Potenciales Relacionados a Eventos N400 y P600: Correlatos neurofisiológicos ante incongruencias en Lenguaje Mexicano de Señas

RICARDO NUÑO CÁZARES

Guadalajara, Jalisco. Julio del 2000

AGRADECIMIENTOS

Al Lic. Salvador Macías Cuevas, quien hizo posible el contar con la población de donde surgió la muestra de sujetos sordos, y que de muchas otras maneras contribuyó al éxito de esta investigación.

De la Asociación Deportiva, Cultural y Recreativa Silentes de Jalisco, A. C., a la Lic. Cristina Salazar, y de manera muy especial al Profr. Alejandro Calderón Fuentes, Presidente de la Asociación, por sus enseñanzas del Lenguaje de Señas Mexicano, su asesoría en el diseño de los estímulos lingüísticos utilizados, y por su valiosa ayuda para integrar el grupo de sujetos control, del cual sus propios hijos Abraham y Omar formaron parte.

SOLO ES MAESTRO el que no se cansa de explicar el tema cuantas veces sea necesario, y pacientemente busca las estrategias necesarias para que su alumno domine la materia.

SOLO ES MAESTRO quien al examinar a sus alumnos tiene como objetivo medir su propio desempeño docente y no demostrar la incompetencia de su alumno.

SOLO ES MAESTRO aquel que, sin detener su propio crecimiento, y sin tomar a sus alumnos como competidores potenciales o enemigos a los que celosamente hay que ocultar algunos conocimientos, deliberadamente busca que sus alumnos le superen.

SOLO ES MAESTRO quien es capaz de aceptar que algunos alumnos lleguen a saber más que él de algún tema, sin sentirse por ello humillado u ofendido.

SOLO ES MAESTRO EN CIENCIAS el que desdeña el culto a su persona y en lugar de ello aspira a la generación de nuevos científicos, que desarrollen inéditos paradigmas, promoviendo así el avance de la ciencia.

TABLA DE CONTENIDO:

AGRADECIMIENTOS **1**

RESUMEN **3**

CAPITULO I **4**

EL LENGUAJE, COMPONENTES Y FUNCIONES *4*
LA ESTRUCTURA SINTÁCTICA *7*
MODELOS EXPLICATIVOS DE LA ORGANIZACIÓN SINTÁCTICA. *10*
CADENAS DE MARKOV, O GRAMATICAS DE ESTADO FINITO. *11*
GRAMATICAS DE ESTRUCTURA DE FRASE. *11*
GRAMATICA GENERATIVA. *12*
OTROS ENFOQUES GRAMATICALES. *16*
GRAMATICAS PIVOTE. *17*

CAPITULO II **19**

ETAPAS EN LA ADQUISICION DEL LENGUAJE *19*
PERIODO PRE-SILABICO O PRECANONICO *20*
PERIODO SILABICO *21*

CAPITULO III **23**

EL LENGUAJE MEXICANO DE SEÑAS *23*
ETAPAS EN LA ADQUISICION DEL LENGUAJE EN SORDOS *30*

CAPITULO IV **32**

CORRELATOS NEUROFISIOLOGICOS DEL LENGUAJE *32*

CAPITULO V **44**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA *44*
HIPÓTESIS *46*

CAPITULO VI **46**

METODOLOGIA *46*

CAPITULO VII **55**

RESULTADOS *55*
DISCUSION *71*

ANEXOS **79**

BIBLIOGRAFIA **85**

RESUMEN

Con objeto de asomarnos a la organización cerebral del sordo que para efectos de comunicación emplea el lenguaje de señas, y ver si difiere de los normoyentes que utilizan el lenguaje hablado, según los datos que para éstos últimos aporta la literatura científica, se estudiaron 6 sujetos varones con edades que fluctuaban entre 11 y 15 años, con sordera profunda (90 o más Decibeles), bilateral, de etiología congénita y con un C.I. igual o superior al término medio medido con la escala de ejecución del WISC-RM. Se realizó en ellos una valoración de su suficiencia lingüística en Lenguaje Mexicano de Señas (LMS). Todos los sujetos fueron diestros, libres de alteraciones visuales no compensables, hijos de padres normoyentes con inicio de su aprendizaje de LMS antes de los 5 años de edad. El grupo control se conformó por 4 niños normoyentes que aprendieron LMS en la infancia temprana junto con Español oralizado, en virtud de tener familiares de primer grado con sordera. La edad de estos niños fluctuó en el rango de 11 a 15 años, apareados estos cuatro sujetos control, uno a uno con cuatro sujetos sordos, con base en la edad y el C.I. Los sujetos control recibieron un pago por su participación.

Se emplearon dos tipos de frases expresadas en LMS para producir potenciales cerebrales que les pudieran estar relacionados. Unas frases fueron semánticamente incongruentes. Con ellas se observó que se generó un potencial clásico N400 con distribución bilateral, más notorio en P4 tanto en los sujetos control como en los sujetos sordos. Tales hallazgos confirmaron los resultados obtenidos en investigaciones previas por Kutas y Hillyard (1983) y de Neville (1991).

El otro tipo de frases fue sintácticamente incongruente y generó un potencial P600 con distribución bilateral, muy diferenciado en PZ. Esto fue cierto tanto para los sujetos sordos como para los sujetos control. Empero las latencias de dicho componente en PZ fueron de 470 ms. para el grupo control y de 440 ms. en los sordos, confirmándose de ese modo la hipótesis que sobre este componente planteamos al inicio, la cual señalaba que dicho potencial se presentaría con una latencia reducida.

CAPITULO I

EL LENGUAJE, COMPONENTES Y FUNCIONES

El Lenguaje es un instrumento mediante el cual unas personas comunican a otras personas lo que piensan y lo que sienten. El lenguaje es la facultad humana de comunicación. La lengua es la convención social que comparte un grupo de personas en una determinada región geográfica.

La lengua, al ser un sistema de comunicación, está determinada por la cultura del grupo social que la habla y por el código que dicho grupo estableció para sus interacciones. La dependencia de una lengua respecto del código establecido en una región y la cultura de un cierto grupo social, da lugar a la constitución de comunidades lingüísticas. Es decir, por los diferentes recursos gramaticales que se utilizan entre las lenguas va a haber significantes diversos, a veces con el mismo significado o con significados parecidos. Por ejemplo:

LENGUA	SIGNIFICANTE	SIGNIFICADO
Español	Libro	
Inglés	Book	
Francés	Livre	

Según Ferdinand de Saussure, el signo lingüístico está compuesto por la combinación del concepto y de lo que él llama la imagen acústica. El signo lingüístico es la combinación de dos estímulos inter-relacionados: el significante, es decir, la imagen acústica y el significado que a fin de cuentas es una imagen conceptual. El significado, por ser el contenido semántico del signo, no es visible: en cambio, el significante puede ser visible o audible según se trate del lenguaje escrito o del lenguaje oral.

Signo = significante + significado

Significante = imagen acústica o visual

Significado = imagen conceptual

La significación que es el lazo de unión entre significante y significado, es, al mismo tiempo, arbitraria y perdurable. Arbitraria porque obedece a convenciones sociales y perdurable porque ha sido heredada y se legará a generaciones futuras.

Desde el inicio de la comunicación humana, todas las lenguas han tenido grandes o pequeñas modificaciones en el tiempo y en el espacio. Las variaciones temporales originan

cambios de significado. Las variaciones espaciales originan cambios de significado y de significante, por ejemplo en Nicaragua se dice bombilla al foco (el significado es el mismo, el significante varía); en Venezuela se le llama torta al pastel y en México esta palabra tiene otro significado.

La lengua tiene además variaciones horizontales y verticales. Las primeras se deben a diferencias regionales y originan diferencias en el habla de las distintas clases sociales. Ha existido la tendencia a explicar el lenguaje básicamente por su carácter referencial, con la consecuente pérdida de perspectiva de otros mecanismos, de ahí la importancia de que Roman Jakobson (1996), pionero de la *Lingüística funcional*, planteara las siguientes funciones lingüísticas:

La FUNCION DENOTATIVA, también llamada "referencial", orienta el mensaje hacia el contexto.

La FUNCION EXPRESIVA, a la que a veces se hace referencia como "emotiva", apunta a la actitud del sujeto–fuente, respecto a aquello que comunica

La FUNCION CONATIVA subraya la relación del mensaje con el destinatario

La FUNCION FATICA establece, mantiene o interrumpe el contacto entre fuente y destinatario

La FUNCION METACOMUNICATIVA, también conocida como "metalingüística", se centra sobre el código lingüístico.

La FUNCION POETICA pone de relieve el valor intrínseco del mensaje.

Alcaraz (1994), buscando explicar los procesos de adquisición del lenguaje, ofrece una propuesta teórica basándose en las funciones de Jakobson, a las cuales agrega dos nuevas, la relacional y la autorreflexiva. Define la función autorreflexiva como aquella que nos permite relacionar los factores ambientales con los actos sensoriales que éstos provocan, y a estos actos sensoriales con la expresión verbal, y consigo mismos de manera recursiva (por ejemplo, decir "el sol me quemó" o "el otoño me pone melancólico"). A la función relacional la define como aquella que permite "asociar entre sí al menos dos objetos de la percepción o dos conceptos" (Alcaraz, *Op. Cit.*).

Con el nuevo modelo Alcaraz intenta dar cuenta del lenguaje como una actividad de interacción compleja de factores que son atribuibles tanto al hablante y al escucha, como al contexto en el que se desarrolla la interacción verbal, refiriéndose así a un proceso multidimensional que amplía lo propuesto por Jakobson. En su propuesta, Alcaraz redefine algunos de los términos Jakobsonianos además de que ofrece definiciones para los propuestos por él, de la siguiente manera:

Función emotiva-expresiva: "reacciones fisiológicas que producen los estímulos exteriores y que implican una intensa actividad visceral" (Alcaraz, *Op. Cit.*).

Función fática: "compuesta por todos los artilugios que permiten iniciar y mantener una relación…Entre todos esos medios no sólo están las palabras, sino las miradas, las sonrisas, buena parte de la paraverbalidad" (Alcaraz, *Op. Cit.*).

Función conativa: "el poder modificar la conducta de los otros mediante el lenguaje. Esta función asume dos formas principales: la imperativa que se centra en el hablante y en la satisfacción de sus necesidades y una fórmula que nosotros decidimos llamar dialógica, porque toma en cuenta también los intereses del interlocutor. Esta forma implica una consideración hacia el oyente y está constituida en buena parte por frases de cortesía…"(Alcaraz, *Op. Cit.*).

Existen dos funciones del lenguaje que son complementarias entre sí: la función referencial y la función relacional. La función referencial es la propiedad del lenguaje que nos permite hacer referencia a algo o a alguien, o como dice Alcaraz, es la que "permite designar los fenómenos que componen nuestro mundo interno y externo, natural, personal y social" (Alcaraz, *Op. Cit.*). De esta función dan cuenta las palabras conocidas como *palabras contenido* o palabras de *clase abierta.* Se les llama "palabras contenido" porque *contienen* una referencia específica. La clasificación de "clase abierta" significa que estas palabras pertenecen al grupo de palabras que en todo lenguaje es susceptible de verse incrementado por palabras de nuevo cuño, de diversa procedencia (extranjerismos, tecnicismos, etc.), al mismo tiempo que puede verse disminuido por la desaparición de algunas palabras en desuso. La clase abierta está formada por sustantivos, verbos y adjetivos.

La función relacional, por su parte, permite establecer diversos tipos de relaciones entre las palabras contenido de la función referencial. Esta función es ejercida por palabras que sirven como conectivos entre los diversos elementos de la frase (verbos, sustantivos, adjetivos), pero que por sí solas no tienen significado. Las palabras que sirven como vehículo de la función relacional del lenguaje también son conocidas como *palabras función*, o como palabras *de clase cerrada*. El término "función" sirve para establecer una distinción entre las palabras que contienen una referencia (palabras contenido) y las que no lo tienen (palabras relacionales), y tan solo cumplen una función gramatical asociativa. La "clase cerrada" de palabras está formada por un grupo que en todo lenguaje, es difícil que se vea incrementado o disminuido por nuevas palabras. Esta clase está formada por artículos (él, la los, las, lo, un uno, una, unos unas), pronombres, conjunciones (COPULATIVAS: y, e, ni, que, DISYUNTIVAS: o, u, ADVERSATIVAS: pero, empero, mas, sino, CAUSALES: porque, pues, CONSECUTIVAS: pues, luego, con qué, CONDICIONALES: si, como, cuando (éstas dos últimas sirviendo como adverbios), CONCESIVAS: (aunque), numerales, adverbios, interjecciones, preposiciones (a, ante, bajo, cabe, con, contra, de, desde, en entre, hacia, hasta, para, por, pro, según, sin, so, sobre, tras y el deíctico personal *le*), y la negación (no).

Desde un punto de vista más amplio, la función relacional del lenguaje asocia no sólo dos palabras contenido, sino también puede asociar oraciones completas o conceptos. Alcaraz (1994) refiere que pueden "asociar entre sí al menos dos objetos de la percepción o dos conceptos. Los objetos de la percepción son estructuras de respuestas sensoriales construidas que fueron integradas progresivamente en las interacciones con los estímulos".

A su vez Rodríguez (1995), dice que sirven como vínculos entre las oraciones subordinadas y las oraciones subordinantes.

La función de autorreflexividad del lenguaje permite establecer relaciones múltiples entre los elementos del habla y los procesos sensoriales y motores, lo cual constituye, a fin de cuentas, la base de la sintaxis.

Por otro lado, conviene recalcar que el hombre además de usar el lenguaje para la expresión de sus deseos, emociones y pensamientos, emplea una serie de signos que complementan o sustituyen la articulación de las palabras en el proceso de la comunicación. Estos signos pueden ser luces (semáforos), dibujos (señales de tránsito), sonidos (alarma), ademanes (solicitar aventón con el pulgar). El conjunto de todos estos códigos viene a constituir una parte importante del lenguaje mismo. Los sistemas de las computadoras integran otra forma de comunicación (el hombre con las máquinas). La facultad de comunicación humana es muy grande, y por lo mismo, puede adoptar un sinfín de modalidades, según las exigencias demandadas por los emisores o los receptores. La música, la pintura, la lógica, la matemática, etc. son modalidades del lenguaje que emplean distintos códigos o convenciones.

LA ESTRUCTURA SINTÁCTICA

Los signos lingüísticos del lenguaje oral y escrito son secuenciales, es decir no pueden pronunciarse o escribirse en forma simultánea sino que se suceden unos a otros. De ahí que constituyan una serie de signos acústicos o gráficos respectivamente. Para que se produzca realmente la comunicación, es preciso articular los signos de manera determinada dándoles un orden específico. Con el ordenamiento se integran expresiones del pensamiento. La sintaxis es la estructura gramatical que organiza los elementos del lenguaje de una manera específica para lograr la comunicación. La articulación de los fonemas (sonidos del lenguaje) o de los grafemas (las letras) forma las palabras. La articulación de las palabras forma los enunciados. La articulación de los enunciados forma sistemas de comunicación.

Con base en esa progresiva integración de los componentes del lenguaje, podemos encontrar las siguientes unidades funcionales:

EL FONEMA. Es la unidad sonora mínima del lenguaje, con relevancia. Esto quiere decir que los lenguajes usan las distinciones fonéticas para expresar significados. La distinción ente “la” y “pa” permite diferenciar en español dos significados como por ejemplo “pata” y “lata”. Contrastes fonéticos importantes en un idioma pueden no serlo en otro. “ra” y “la” sirven en español para diferenciar “para” y “pala”. Esa distinción no se encuentra por ejemplo en chino. Los hablantes de este último idioma ni siquiera distinguen perceptualmente uno y otro sonido. Las variantes fonéticas de un fonema se llaman Alófonas. La (r) y la (l) son Alófonas de un fonema en chino como pudimos ver en el ejemplo anterior. Los sonidos son fonémicos o no fonémicos sólo con referencia a un lenguaje particular.

Lo importante a este respecto es que los diferentes fonemas contrastan dentro de contextos similares, ya que un cambio mínimo de sonido en una posición determinada, modifica el significado de una unidad mayor. Más aún, tal contraste fonémico mínimo es específico de cada lenguaje. Los contrastes están en distribución complementaria dado que los sonidos contrastantes nunca ocurren en el mismo contexto fonémico. Las diferencias son predecibles por el contexto, así que son redundantes. Esto es, presumiblemente, la razón por la cual de ordinario, los fonemas que no son contrastes no son notados por el hablante nativo, y por la que es posible referirse a ellos como diferencias no distintivas.

Las reacciones del hablante a las características fonémicas o no-fonémicas se aprenden durante la adquisición del lenguaje. Tal como los hablantes han aprendido a atender a las diferencias relevantes, también han aprendido a ignorar las diferencias irrelevantes. Las distinciones acústica y articulatoria entre fonemas son acentuadas psicológicamente de alguna forma, mientras que las distinciones fonéticas dentro de los fonemas (dentro de las Alófonas de cada fonema) son minimizadas.

FONEMAS SUPRASEGMENTALES. Otras características del sonido que son contrastables en un lenguaje, son dadas por la acentuación de algunos sonidos, como en “paso” y “pasó”. El par difiere básicamente en el acento. El acento es fonémico en Español.

En el discurso normal, el tono proporciona información significativa. En Español se identifican diversos tonos interrogativos, imperativos, afirmativos, etc.

Los fonemas no funcionan ni lingüística ni psicológicamente como unidades aisladas. Un fonema tiene significado sólo en el contexto de mayores unidades gramaticales del lenguaje.

UNIDADES GRAMATICALES. En gramática la palabra es la unidad básica. La rama de la lingüística que estudia la composición estructural del lenguaje se llama morfología, y su unidad de estudio es el morfema.

MORFEMA. Una definición común de morfema es “la unidad gramatical mínima con significado”. Puede estar constituido por un solo fonema o por una secuencia de ellos. Como unidad mínima el morfema no puede ser subdividido sin alterar su significado. A las variables de los morfemas se les llama palabras alomorfas. Desde el punto de vista descriptivo los morfemas se clasifican en varias formas, por ejemplo en llenos (sujetos, verbos, adjetivos y adverbios que aún solos son significativos) y vacíos (artículos, preposiciones, y conjunciones que tienen poco significado estando solos). Los fonemas libres son las palabras independientes como “mal” o “sal”. Los ligados son palabras que tienen que asociarse a otro fonema (como “ita” en la palabra “casita”). Las raíces son el núcleo subyacente en una palabra (como “rat” en rata), y los afijos son los fonemas que se asocian a la raíz como la “a” en la palabra “rata”.

PALABRA. Un morfema no necesariamente es lo mismo que una palabra, aunque en algunos casos sí es equivalente. La definición de “palabra” más aceptada en la actualidad es la de Bloomfield quien plantea que es "la forma libre mínima". De acuerdo con ésta definición, una forma es libre si puede permanecer sola conservando su significado, y

mínima si pierde su significado al hacerle algún cambio. Un problema insalvable de esta definición es que morfemas vacíos como la “a”, no tienen significado alguno cuando están aislados.

Otra solución propuesta es identificar las palabras mediante las pausas en el discurso. Sin embargo, el discurso generalmente transcurre como un flujo sonoro constante que no tiene pausas marcadas, por lo que la pausa no es un criterio confiable.

Por otro lado la teoría de la cohesión interna establece que la palabra es ininterrumpible, es decir que las partes siempre aparecen juntas y en el mismo orden; y pueden moverse a diferentes posiciones en una oración sin modificar su significado. Sin embargo algunas frases pueden llegar a ser funcionalmente equivalentes a palabras como es el caso de "abre-latas". Por tanto, tampoco se puede utilizar este criterio para definir las palabras.

PALABRAS COMPUESTAS, EXPRESIONES IDIOMATICAS Y FRASES HABITUALES. Una secuencia particular de palabras puede ser usada tan frecuentemente en un lenguaje que funciona como una estructura integrada semejante a una palabra. El significado de tales combinaciones no es necesariamente predecible a partir de las palabras componentes. Un caballo negro azabache no es precisamente un animal mitad negro y mitad azabache. Tales combinaciones son de hecho idiomáticas, cuyo significado es sólo metafóricamente relacionado con el significado de las palabras componentes. Sin embargo, esto no es así en expresiones como girasol, cuyo significado es más o menos predecible a partir de sus componentes lexicales. Como ejemplos de frases habituales tendríamos: “¿qué hay de nuevo?”, “buenos días”; y como ejemplos de expresiones idiomáticas estarían: “flor de nochebuena”, “eso no está en mis manos resolverlo”.

Las expresiones idiomáticas, como las palabras idiomáticas compuestas, son otro tipo de estructura compleja cuyo significado es metafórico, no predecible del significado de las palabras individuales. Por ejemplo: “ha metido la pata”. Su significado es idiosincrático. Estas expresiones usualmente están abiertas a interpretaciones literales plausibles, aunque inapropiadas. Además, muchos modismos no pueden ser tratados gramaticalmente en la misma forma como las frases literales análogas. Por ejemplo, "meter la pata”, que significa cometer un error, pierde su significado idiomático si la transformamos en una forma pasiva "la pata es metida". Lo que daría lugar a un enunciado ambiguo cuyo significado puede ser, por ejemplo, que un individuo introduce a una hembra de la especie pato a algún lugar, o que introduce uno de los apoyos de una mesa o de una silla en algún otro lugar. El punto general es que las expresiones con estructura compleja habitualmente usadas, sean palabras, compuestos, modismos o frases comunes, pueden funcionar como unidades lingüísticas. Todas forman parte del diccionario enunciable.

ESTRUCTURA GRAMATICAL. Se refiere a las combinaciones “productivas” de las unidades, entendiendo como productividad el que se puedan crear nuevos mensajes a partir de unidades previas.

CLASES DE FORMAS. Los sustantivos, verbos, artículos, participios y otras formas no están todas presentes en todos los lenguajes, ni son las mejores unidades para analizar la estructura del Español.

La definición de un sustantivo es una forma que puede combinarse con el morfema del plural “s”. Las formas ligadas se llaman *inflexiones*, y las formas que las contienen se llaman formas *inflexionadas*. De igual manera, los verbos se definen por entrar en combinaciones con morfemas inflexionales para el pasado, el presente progresivo, y similares. Los adjetivos se identifican por los morfemas inflexionales para el comparativo y superlativo. Los adverbios se identifican por la presencia del morfema “ente” como en “principalmente”.

Paradigmas son los marcos de la oración. Las formas en distribución paralela con los sustantivos se llaman nominales, o frases sustantivas. Cada nominal tiene un sustantivo *cabeza* y una adición opcional llamada *expansión*. Así casa es el sustantivo cabeza y nueva es la expansión en la nominal *casa nueva*.

CLASES FUNCIONALES. Hay tres clases funcionales principales. Primero, algunas formas, usualmente nominales, sirven como *sujetos* de las oraciones; el sujeto lógico de una oración es el segmento que identifica el *tópico* de la oración. Segundo, algunas formas, usualmente verbales, sirven como *predicados*; el predicado lógico de una oración es un segmento que provee un *comentario* acerca del tópico. Finalmente, los adjetivos y adverbios típicamente modifican ya sea al sujeto o al predicado; en cualquier caso, la forma proporciona un comentario acerca de algún otro componente de la oración.

MODELOS EXPLICATIVOS DE LA ORGANIZACIÓN SINTÁCTICA.

Las gramáticas describen las categorías de las formas y también las maneras como esas formas se ordenan en las oraciones correctas. Uno de los abordajes estructurales a las gramáticas es el *análisis inmediato de constituyentes* de Bloomfield, en el cual una oración se subdivide en unidades progresivamente menores. Así, una oración se divide primero en sujeto y predicado, luego el sujeto se divide en artículo y sustantivo; el predicado se divide en verbo y objeto, y así sucesivamente. Los segmentos resultantes de las divisiones son los constituyentes inmediatos de la oración. Las unidades menores, los *constituyentes últimos*, son los morfemas individuales de la oración. Los constituyentes inmediatos se encierran entre paréntesis. Así, la oración *la niña golpeó al gato* se dividiría primero en sujeto (la niña) y predicado (golpeó al gato) luego el predicado se divide en verbo (golpeó) y objeto (al gato), y así sucesivamente. El análisis de los constituyentes completo de la oración se presenta así: ((la) (niña)) ((golpeó) ((al) (gato)))). La naturaleza jerárquica de la estructura de la oración se representa gráficamente así:

```
                O
               / \
              /   \
             /     \
            /       \
           /         \
          /           /\
         /           /  \
        /           /   /\
       / \         /   / \
      la niña   golpeó  al  gato
```

Para tratar de descubrir las formas como se estructura un enunciado se han propuestos diversos tipos de “gramáticas”, entendiendo aquí por “gramática” los mecanismos que ordenan la integración. En el lenguaje habitual esto correspondería al conjunto de reglas que especifican la forma como se ordenan los elementos en la frase. De esta manera tenemos las gramáticas siguientes:

CADENAS DE MARKOV, O GRAMATICAS DE ESTADO FINITO.

Son las gramáticas más simples. Generan oraciones de izquierda a derecha, una palabra a la vez, con la elección de cada palabra limitada por las palabras anteriores. Se les conoce como gramáticas de dependencias secuenciales, procesos de Markov o como gramáticas de izquierda-derecha (Paivio, 1981). Por ejemplo, en *el niño corre a la tienda*, la palabra inicial *el* sería escogida de entre todas las palabras posibles que puedan ocurrir al inicio de una oración. Una vez que ha ocurrido "el", existe una restricción para seleccionar la palabra que sigue, usualmente un sustantivo, o un adjetivo. Una vez que se ha generado "el niño corre a la", la opción de la siguiente palabra está limitada por sustantivos concretos y sus modificadores. Sin embargo, se puede generar un infinito número de oraciones simplemente añadiendo nuevas palabras al fin de la cadena.

GRAMATICAS DE ESTRUCTURA DE FRASE.

Las gramáticas de estado finito funcionan sobre una base de palabra-por-palabra, lo cual es insuficiente para manejar el lenguaje real. Sin embargo, las gramáticas de estructura de frase operan tomando la frase como una unidad con entidades abstractas. Cada entidad es referida por medio de un símbolo, como: “O” para oración, “FN” para frase nominal, “FV” para frase verbal, etc. La gramática contiene reglas llamadas reglas de re-escritura que especifican como reemplazar o reescribir algunos símbolos con otros símbolos.

Tal tipo de gramática hace posible generar una oración particular, pero no garantiza que esto necesariamente suceda.

Existen reglas de reescritura de una gramática de estructura de frase, que son opcionales y otras que son obligatorias. Un ejemplo de regla de estructura sería: "una oración debe contener una frase-nominal y una frase-verbal, lo cual se representa así: O -> FN + FV.

El modelo es a menudo presentado como un diagrama de flujo que tiene puntos de bifurcación conocidos como *marcadores de frase*. Las líneas que conectan los símbolos representan las reglas de reescritura. Las palabras en la base son símbolos *terminales*, ya que la gramática termina cuando la cadena consiste sólo en palabras.

Una gramática de estructura de frase puede ser representada como un sistema de producción. Tal sistema contiene dos componentes, un estado inicial y un juego de reglas. Existen dos tipos de símbolos; los no-terminales (FV, FN, determinantes (DET), etc.) y las terminales (palabras).

```
              O
            /   \
           /     \
         FN       FV
         /  \
        /\        /\
     DET  N      V  FN
      /   \      /   /\
     /     \    /   /  \
    /       \  /   /    \
   la       Niña besó al  gato
```

Las gramáticas de estructura de frase trabajan mediante adiciones recursivas a través de la habilidad para usar una regla sobre sí misma, en un bucle, lo cual permite generar un número infinito de cadenas.

En general, una gramática de estructura de frase, con un símbolo inicial, reemplaza dicho símbolo con otros símbolos y continúa reemplazando tales símbolos con otros, hasta que la cadena completa consiste sólo de símbolos terminales. Otra propiedad de los lenguajes naturales, que necesita estar contenida en una gramática es la *sensibilidad al contexto*, para determinar, por ejemplo, que el verbo depende del estado singular o plural del sujeto.

Otro punto acerca de las gramáticas de estructura de frase, es que algunas reglas son opcionales. Los símbolos entre paréntesis son opcionales. Pero otras reglas son obligatorias. Las gramáticas de estructura de frase son simples pero poderosas. Mediante la recursión, la sensibilidad al contexto y por medio de reglas opcionales, es posible generar un número infinito de oraciones con considerable flexibilidad. Sin embargo, estas gramáticas son deficientes en la ejecución de otras funciones importantes; como el manejo de conjunciones, verbos auxiliares y voces verbales. El problema final es la relación entre las oraciones activas y pasivas, cuya similitud no es captada rápidamente por la gramática de estructura de frases.

GRAMATICA GENERATIVA.

Se considera que la gramática generativa surge en 1957 cuando Noam Chomsky publica su obra *Syntactic Structures.* Al respecto comenta Tuson (1981): “Se trata de un trascendental cambio metodológico en virtud del cual se abandona el método inductivo (propio de la gramática descriptiva y más concretamente del estructuralismo distribucionalista norteamericano) y se impone el método hipotético deductivo; es decir, el propiamente científico”. Las pretensiones de ésta gramática, son de orden predictivo, por lo que recurre a un corpus, pero no se detiene en la descripción, sino que aventura una hipótesis sobre el mecanismo que pone en juego el “hablante-oyente-ideal”. Los pasos son:

1.- Con base en el análisis del corpus se establece una descripción.

2.- Apoyándose en la descripción se establece una primera generalización sobre la estructura.

3.- Se verifica la generalización, proyectándola sobre nuevos datos. Si éstos nuevos datos no pueden ser explicados a partir de la hipótesis inicial, se elabora una nueva hipótesis que englobe los datos antiguos y los nuevos, y así sucesivamente.

La gramática generativa se propone como tarea primordial el descubrimiento y la formulación de las leyes que explican el comportamiento lingüístico, leyes que permitan predecir otras posibles realizaciones lingüísticas; es decir, se orienta hacia el conocimiento de los mecanismos del uso creativo del lenguaje. Así, se presenta como una gramática de la lengua, no del corpus; como una gramática predictiva o proyectiva, ya que predice lo que puede suceder. Las premisas básicas en que se fundamenta son:

1.- El lenguaje es una capacidad innata del individuo humano, que se actualiza en el proceso de adquisición de una lengua determinada.

2.- La gramática generativa es un modelo que da cuenta de la *competencia lingüística* del *hablante-oyente ideal.* Es decir, que no se ocupa del habla de los sujetos de carne y hueso, sino de unos sujetos hipotéticos, con características ideales.

3.- El objetivo principal de la gramática generativa es la descripción de la *gramática universal*, válida para todas las lenguas.

La teoría original de Chomsky fue propuesta en 1957, y luego modificada en 1965. La versión de 1957 consistió de tres componentes; el primero es una *estructura de frase*, seguido por un *componente transformacional* y un *componente morfonémico*. El componente de estructura de frase es esencialmente la gramática de estructura de frase antes revisada. En este componente el estado inicial (O, u oración) es progresivamente re-escrito hasta que consista de elementos terminales de cadena que pueden ser identificados con los morfemas del lenguaje. La cadena aún no es un discurso, ni es completamente gramatical; se necesitan las reglas sensitivas al contexto para llegar a un acuerdo.

Tal como una gramática de estado finito funciona palabra por palabra, las gramáticas de estructura de frase trabajan con frases, mientras que las gramáticas transformacionales trabajan con la cadena completa, una de cuyas reglas es no reescribir los constituyentes sino transformar la cadena completa.

El segundo componente, el transformacional, toma la cadena producida por la estructura de frase, y aplica reglas para añadir o; eliminar morfemas; o cambiar su orden. Algunas reglas transformacionales son obligatorias y otras opcionales. Debido a que hay dos clases de cadenas terminales transformacionales, resultan dos tipos de oraciones diferentes. Las oraciones producidas por las transformaciones obligatorias son *oraciones nucleares*, todas las demás pueden ser descompuestas en transformaciones que lleven a oraciones nucleares o a transformaciones optativas de las oraciones nucleares. Una regla transformacional no es muy diferente de la regla de estructura de frase; la principal diferencia está en la unidad involucrada; la regla de estructura de frase opera con símbolos, y la regla transformacional opera con cadenas de símbolos.

Una transformación es simplemente una regla que cambia una cadena a otra. Algunas transformaciones añaden, otras dejan la cadena sin cambios, excepto por la eliminación de uno o dos morfemas; algunas transformaciones cambian o permutan el orden de algunos símbolos, etc.

La gramática convierte un símbolo inicial en un producto terminado mediante la aplicación del componente de estructura de frase. El componente transformacional refina y pule el producto en una forma lista para ser hablada (las reglas obligatorias producen núcleos gramaticales, y las opcionales las re-escriben en varias formas). El tercer componente, el morfonémico, aplica entonces sus propias reglas para convertir los morfemas en fonemas para el discurso.

En 1965 Chomsky hizo al sistema más económico al amalgamar el componente base y el transformacional en un *componente sintáctico*. En el componente sintáctico, un sub-componente es la base, o sea un juego de reglas que genera una pequeña cantidad de cadenas, cada una con una descripción estructural llamada marcador de frase. Las cadenas y marcadores de frase son llamados *estructura profunda*. La otra parte del componente sintáctico es el sub-componente transformacional que, como en la versión anterior, reescribe la cadena base en una forma más pulida a la que ahora se le llama *estructura superficial*.

En resumen, la versión revisada contiene tres componentes. El componente básico es sintáctico y consiste de reglas de estructura de frase, un diccionario y reglas transformacionales para generar la estructura profunda. Esta estructura profunda luego es interpretada por el componente semántico, el cual consiste en dos partes; un diccionario que provee interpretaciones semánticas para términos lexicales, y *reglas de proyección* que asignan interpretación semántica a las cadenas. El componente final, o componente fonológico, transforma e interpreta la cadena. En el componente fonológico los formativos lexicales son representados por *matrices distintivas* a partir de las cuales se produce el discurso. Es un sistema de reglas dentro de reglas, de sensibilidad al contexto, y refinamiento sucesivo para generar, pulir y editar el discurso. El componente sintáctico es el más importante. No es una teoría de la forma como la gente habla. Más bien es una teoría de la estructura abstracta, formal del lenguaje. Como psicólogos, podríamos desear proponer un sistema más profundo de intenciones, deseos, ideas, o lo que sea, que precediera el estado inicial de la gramática. Esto es planteado en la lingüística estructural formulada en la antigua Unión Soviética en la que la estructura profunda del lenguaje es considerada como una especie de estado amorfo que puede concebirse como un estado fisiológico o psicológico. Luria, en sus análisis neuropsicológicos retoma esto, lo cual le permite analizar en detalle muchos de los trastornos afásicos al combinar esas propuestas de la lingüística estructural de su país con algunos conceptos formulados por Jakobson, como por ejemplo el de los ejes en los que se desarrolla el lenguaje: El eje sintagmático y el paradigmático. El primero se refiere al proceso de establecer las combinaciones sintácticas apoyándose en criterios de adyacencia, el segundo permite estudiar el significado. Llegados a este punto es importante notar que el componente semántico no debe ser equiparado con significado; es más bien un diccionario, un juego completamente intra-lingüístico de reglas de sustitución.

El punto principal es que sigue siendo cierto que usamos el lenguaje para transmitir mensajes acerca de algo más que lenguaje. Se necesita el concepto de sistema lingüístico formal si deseamos producir oraciones entendibles, y eso implica restricciones acerca de lo que debemos decir para ser entendidos. Significado e intención forman un sistema, cuyo producto es el punto inicial de un sistema lingüístico.

La distinción entre ejecución lingüística y competencia lingüística, fue introducida por Noam Chomsky a partir de la diferenciación llevada a cabo por Ferdinand de Saussure de "lenguaje" y "habla". Desde el punto de vista de Chomsky, la meta de la teoría lingüística es describir y explicar la competencia. La ejecución real sería una reflexión directa de competencia sólo en el caso ideal, con un hablante-escucha que conoce un lenguaje perfectamente y no está influenciado por tales factores irrelevantes como las limitaciones de la memoria, atención, u otros factores psicológicos.

Lomas (1993) considera que aún cuando Chomsky ha reformulado su teoría en numerosas ocasiones, su concepción epistemológica del lenguaje y de la lingüística permanece inalterada. Chomsky ha explicado sus razones para justificar el estudio del lenguaje mediante los "principios abstractos" que son "universales por necesidad biológica" y que "derivan de las características mentales de la especie". Afirma que se conoce muy poco de los universales lingüísticos, pero que es evidente que "la variedad posible de lenguaje es muy reducida". Considera que la mente consciente no está dotada de ningún conocimiento previo, sin embargo, las personas que integran una determinada comunidad lingüística construyen, en lo fundamental, el mismo sistema lingüístico, empleando principios sumamente restrictivos que guían la construcción de una gramática, concluyendo que "el sistema de principios debe ser propiedad de la especie". Es decir, lo innato es un conjunto de principios capaces de guiar la construcción de una gramática. "Toda gramática es una teoría relativa a una lengua particular, que especifica las propiedades formales y semánticas de un conjunto infinito de oraciones". Añade: "la facultad del lenguaje, cuando existe un estímulo adecuado, construirá una gramática, y cualquier persona comprenderá la lengua generada por dicha gramática (Lomas, *Op. Cit.*).

Así, Chomsky plantea dos aspectos decisivos: su creencia en la existencia de una gramática universal, entendida como el sistema de principios, condiciones y reglas que son elementos o propiedades comunes a todas las lenguas humanas. Por otra parte plantea el lenguaje como un "órgano mental" especial, es decir, que se construye gracias a propiedades innatas de la mente humana.

De acuerdo con esto, Chomsky proponía la existencia de una primera gramática común a todos los aprendices de un lenguaje, independientemente de la lengua que escucharan en su medio ambiente.

Las ideas de Chomsky representan una concepción platónica del desarrollo humano, es decir, el mundo de las ideas de Platón es sustituido por los programas innatos y modulares de la mente humana. La enseñanza de la lengua remite a hacer consciente aquello que ya se utiliza inconscientemente y, por tanto, se trata de construir un metaconocimiento sobre un objeto formal, el lenguaje, que se utiliza de forma espontánea. Este metaconocimiento

tendría la función de revelar al hablante las reglas que emplea cuando usa el lenguaje. En consecuencia, los contenidos lingüísticos a enseñar serían suministrados por la gramática generativa y sustituirían a los caducos conocimientos de la gramática tradicional o estructural. En la psicolingüística chomskiana los términos "aprendizaje" y "enseñanza" de la lengua son sustituidos por los de "adquisición" o "desarrollo". De esta forma se reemplazan los aspectos sociales e instruccionales por mecanismos innatos.

De Villiers considera que básicamente la idea revolucionaria de Chomsky fue el proponer que toda oración de un lenguaje tiene tanto una estructura profunda como una estructura de superficie; siendo la primera una configuración que define las relaciones gramaticales básicas tales como sujeto y objeto en una forma puramente formal, sin tomar en consideración el significado (De Villiers, 1978).

De acuerdo con Chomsky, un lenguaje es un juego infinito de oraciones. La herramienta que puede generarlo es una *gramática generativa*; es decir, *un juego finito de reglas operando sobre un vocabulario finito, para generar un número infinito de oraciones gramaticales aceptables con ninguna inaceptable.* La meta de la gramática generativa es describir la competencia lingüística que subyace en el uso de nuestro lenguaje compartido. Está claro que algunas gramáticas son más limitadas que otras. La versión más nueva de la gramática de Chomsky denominada "de la rección y ligamiento" se encuentra por cierto de moda entre los Neuropsicólogos, quienes utilizan los nuevos conceptos introducidos por este autor, como son el desplazamiento de alfa o los papeles theta, para explicar algunos de los problemas presentes en la afasia. El desplazamiento de alfa corresponde al paso del sujeto de la oración de un lugar a otro en los enunciados anafóricos y en las conversiones de las frases activas a las pasivas, mientras que los papeles theta representan los roles que juegan las categorías gramaticales en la determinación de otras categorías.

Dentro de los aspectos que se consideran deficitarios en la gramática generativa, se encuentran los siguientes:

1.- El excluir de su estudio, la producción lingüística real y concreta de sujetos reales.

2.- Aún cuando hay quien considera que la gramática generativa permite un acercamiento al estudio de la lengua basado en una reflexión desprovista de prejuicios, la verdad es que ésta nace con la carga subjetiva de un rechazo a la corriente conductista con que se identificó a la escuela estructuralista, por ejemplo Lomas (1993) menciona: "la teoría estructuralista ha sido criticada desde la lingüística en muchos sentidos. La filosofía mecanicista y conductista que subyace a ella".

OTROS ENFOQUES GRAMATICALES.

Se han propuesto otras gramáticas, realizadas por psicólogos y psicolingüístas, las cuales no han tenido mayor repercusión en el estudio psicológico del lenguaje en general, y menos aún en los lenguajes de señas como: el estructuralismo Europeo, presentado por Halliday, 1973, la Estructura de superficie, por Yngve en 1960, la Gramática de estratificación, por Lamb en 1966, y la Gramática extendida de Montague, presentada por Bárbara Partee en 1975, 1976, y 1977.

De todos estos modelos, en nuestra opinión el de las Cadenas de Markov es el modelo explicativo de la estructuración gramatical que se ve reflejado en la construcción de las frases en LMS. Además, consideramos que el modelo de Cadenas de Markov antes expuesto, es confirmado y ampliado por la propuesta de las "gramáticas pivote".

GRAMATICAS PIVOTE.

Al inicio de los años sesenta era más importante conocer como aprenden tres cuatro, cinco niños a hablar, que realizar estudios experimentales con amplias muestras, ya que se suponía que todos los niños del mundo adquieren el lenguaje de la misma manera, por lo que si se llegaba a saber cómo lo hacía uno se podría saber cómo lo hacían los demás. Numerosos estudios longitudinales se realizaron, en los que se seguía de cerca el crecimiento lingüístico de dos o tres niños con el objeto de generalizar sus resultados. Para explicar el paso del primer lenguaje aprendido por el niño al lenguaje del adulto, de acuerdo con las ideas de Chomsky, algunos autores se apoyaron en la sintaxis, que constituía el eje de cualquier descripción lingüística. Se trataba de encontrar una primera gramática común a todos los aprendices del lenguaje, independientemente de la lengua que escucharan.

Braine sugirió en 1963 (en De Villiers, 1978) que los niños tienen un juego de reglas propio, llamado "gramática pivote" mediante el cual pueden generar un gran número de oraciones simples. Braine descubrió su gramática pivote mediante un análisis distribucional de una muestra de discurso de tres niños en sus primeras etapas de desarrollo del lenguaje. Su conclusión fue que las palabras de alta frecuencia y de posición fija son "palabras pivote", las cuales pueden combinarse con "palabras abiertas", que son las que pueden variar de posición.

La gramática pivote consiste en que a partir de una palabra nuclear se establecen asociaciones con otras palabras. Se basaba en la creencia de que en las primeras combinaciones de dos términos, de todos los niños, existían unas palabras que aparecían a menudo (palabras pivote) y otras cuya frecuencia era baja (palabras abiertas). La combinación de ambas estaba restringida por una serie de reglas cuyo conocimiento poseía todo niño. Las palabras pivote siempre ocupaban la misma posición, no podían combinarse entre sí, y nunca aparecían solas. Por el contrario, las palabras abiertas podían entrar en cualquier combinación, no tenían una posición fija y se podrían emitir solas:

P1 + A
A + P2
A + A
A

Donde P1 significa palabra pivote en posición inicial, P2 palabra pivote en segunda posición, y A se refiere a palabra abierta (Abierta). La gramática pivote fue ampliamente estudiada a lo largo de los años sesenta a través de numerosas investigaciones transculturales.

Muy pronto se comenzó cuestionar la existencia de la gramática pivote. Había algunas palabras pivote que normalmente ocupaban, por ejemplo, la primera posición y que, a

veces, aparecían en segunda posición (combinación no permitida por las reglas que se supuso regían tal tipo de gramática). Aparecieron también problemas referidos a la explicación del paso de la gramática pivote a una gramática más potente que permitiera, por ejemplo, las combinaciones de tres términos. La gramática "pivote" estuvo en vigencia hasta el inicio de los años setenta, momento en que su inadecuación fue puesta de manifiesto por su incapacidad para explicar determinados fenómenos en el habla de los niños

Empero la gramática "puente" describe como se generan en forma progresiva las asociaciones que luego van a permitir la construcción de los enunciados. De esta manera a partir de una palabra pivote se forman campos probabilísticos de asociatividad que mediante la introducción de factores relacionados con el ambiente natural y social explican las dependencias secuenciales propuestas por las gramáticas de estado finito (Gramáticas de Markov).

CAPITULO II

ETAPAS EN LA ADQUISICION DEL LENGUAJE

En sujetos normoyentes existe un lapso de tiempo llamado "período crítico" para la adquisición del lenguaje. Se le llama período crítico porque en ese tiempo el organismo se muestra especialmente susceptible a la influencia de factores tanto endógenos (innatos) como exógenos (medio ambientales) (Lenneberg 1976, Furth 1966, Vygotsky 1984). La ausencia de dichos factores o la calidad, cantidad y oportunidad de su presencia dejan una huella importante para el resto de la vida del organismo.

Dentro de este período crítico para la adquisición del lenguaje, el cual Marcotte y Morere (1990) ubican alrededor de los tres años de edad, se establece una especialización hemisférica cerebral, en virtud de la cual queda el hemisferio izquierdo a cargo del lenguaje receptivo en la llamada área de Wernicke y del lenguaje expresivo bajo el control del área de Broca. El área de Broca pasa por un crecimiento remarcable en conexiones neurales y mielinización en las seis capas de la corteza cerebral en diferentes tiempos durante los tres primeros años de vida, de forma paralela al período de rápido crecimiento y adquisición del lenguaje. Marcotte y Morere refieren investigaciones de Kessner y Baker quienes notaron un dramático incremento de arborización dendrítica en las neuronas del área de Broca entre los 12 y los 24 meses. Kyle por su parte también ha sugerido que hay un período crítico para el desarrollo de la corteza auditiva durante la cual se requiere estimulación sonora para que se expanda el desarrollo cortical normal

Hurford (1991) documenta investigaciones realizadas en el Departamento de Lingüística de la Universidad de Edimburgo, donde se concluye que existe un período de tiempo durante el desarrollo humano, el cual es sensible para la adquisición del lenguaje. Hurford considera que el lenguaje es un mecanismo adaptativo de la especie humana, favorecido por la selección natural, no así el período sensible para su adquisición, el cual surge de la combinación de factores genéticos y el ambiente lingüístico durante el desarrollo temprano, y termina alrededor de la pubertad.

Para comprobar sus hipótesis, y teniendo en cuenta las dificultades logísticas para probar la influencia de los factores genéticos y ambientales en una población real a lo largo de varias generaciones, Hurford desarrolló un modelo computacional de la evolución humana, simulando diversas condiciones plausibles de desarrollo poblacional como por ejemplo la herencia poligénica, la selección natural, y la amplitud del vocabulario, entre otras. Se simularon 4 grupos poblacionales cada uno de los cuales inicia con 30 individuos, que es el número de integrantes de muchas tribus primitivas o grupos de primates. Esta población inicia con perfiles lingüísticos neutrales o vacíos. Se simularon diez etapas sucesivas a lo largo de la vida de cada sujeto individual, suponiendo que al fin de la etapa diez los sujetos mueren de muerte natural (60 años de edad simulada), por lo que son removidos del modelo al mismo tiempo que son reemplazados por neonatos que inician la etapa uno y el resto de los sujetos avanza una etapa (los que están en la dos pasan a la tres y así sucesivamente). Se simulan también muertes prematuras. Cada diez ciclos, se considera que surge una nueva "generación". Con respecto al lenguaje se considera la posibilidad de que cada sujeto, a partir de cero lenguaje al momento de nacimiento, pueda adquirir hasta 10 unidades

lingüísticas, para lograr un dominio completo del lenguaje. Se simuló la influencia de variados genes con influencia inhibidora o facilitadora del lenguaje, efectiva en alguna de las diferentes etapas de vida de los sujetos y de la población, partiendo de la premisa de que al inicio de la simulación no había genes facilitadores del lenguaje y que estos surgieron a lo largo de la evolución filogenética de la especie. Cada 30 nacimientos se simularon mutaciones genéticas tanto dominantes como recesivas. También se simularon migraciones poblacionales y mezclas genéticas de las 4 poblaciones simuladas. En algunos casos se simularon daños cerebrales perinatales y postnatales con influencia en el lenguaje.

Después de simular el desarrollo evolutivo de esta población a lo largo de 1000 generaciones, los resultados del modelo permitieron a Hurford llegar a las siguientes conclusiones: Se desarrollaron en la población períodos sensibles y períodos críticos para la adquisición del lenguaje, coincidentes con las primeras dos etapas de la vida de los sujetos; es decir, en la etapa prepuberal. Una vez que surgieron dichos períodos, éstos se conservaron estables a lo largo de las generaciones. Existen sujetos que por factores poligénicos y ambientales parecen tener una mayor capacidad para adquirir más unidades lingüísticas. Los mecanismos de reproducción, las mutaciones y el desarrollo embriológico pueden producir factores inhibitorios de la adquisición del lenguaje. Hurford concluye afirmando que la capacidad para adquirir el lenguaje en los humanos es innata pero la adquisición real de la competencia lingüística es adquirida.

Un buen número de otras investigaciones también han permitido descubrir que el hemisferio derecho llega a especializarse en el control de las integraciones espaciales. Los resultados de investigación sugieren igualmente, que el hemisferio derecho es particularmente activo en las etapas iniciales de generación de imágenes cuando se usan relaciones espaciales coordinadas, sin embargo, las investigaciones de Emmorey (1996) muestran que el hemisferio derecho no muestra una mayor actividad en la resolución de esta clase de pruebas cuando maneja imágenes que ya fueron previamente objeto de una integración. Este resultado es anómalo dados los resultados anteriores de que el hemisferio derecho procesa las relaciones espaciales coordinadas más eficientemente que el izquierdo. Parece ser que cuando las representaciones son recuperadas de la memoria, pueden ser usadas igualmente bien para generar imágenes en cualquier hemisferio.

Se tiene también conocimiento de que las alteraciones en el proceso de especialización interhemisférica durante el período crítico repercuten en la capacidad de dominio de la sintaxis del lenguaje (orden y estructura de la expresión del lenguaje). En niños normoyentes el hemisferio izquierdo es responsable del uso de la sintaxis y el derecho de las relaciones espaciales (Bellugi 1992, Luria 1986, Ostrosky 1986, Lenneberg 1976).

PERIODO PRE-SILABICO O PRECANONICO

LA ETAPA DEL BALBUCEO se presenta a partir de que surge la fonación, de los 0 a los 2 meses de edad. En esta etapa los niños producen sonidos vegetativos tales como el llanto, la tos, el estornudo y gruñidos que son relativamente irrelevantes desde el punto de vista de las intenciones comunicativas. Esto no quiere decir que algunos de estos sonidos no llegarán a ser posteriormente utilizados por el niño como estrategias comunicativas, pero en esta etapa no son utilizados como tal. Hacia el final de esta etapa de balbuceo, aparecen los

sonidos llamados cuasi-vocálicos, que surgen como precursores de la producción vocálica (Kimbrough, 1988).

ETAPA DE BALBUCEO CONSONANTICO. Entre los 2 y los 3 meses de edad, los niños producen secuencias fonéticas de tipo discursivo que incluyen sonidos de la etapa previa, más los sonidos articulados en la región posterior de la cavidad vocal, y que son precursores de las consonantes (Kimbrough, *Op. Cit.*).

ETAPA DE BALBUCEO EXPANSIVO. Se presenta de los 4 a los 6 meses, y en ella los niños producen gran variedad de sonidos nuevos incluyendo gorjeos labiales y vibrantes, pujidos, gruñidos, gritos, cuchicheos, sonidos con núcleo consonántico completo y sonidos precursores de la producción silábica conocidos como "balbuceo marginal". Aún no son comunes las sílabas maduras (Kimbrough, *Op. Cit.*).

PERIODO SILABICO

ETAPA DE BALBUCEO CANONICO. La producción controlada de sílabas bien formadas, en secuencias maduras (sílabas), comienza en esta etapa, la cual se presenta de los 7 a los 10 meses de edad, y se caracteriza por la producción de secuencias duplicadas tales como "mamama" o "papapa". En esta etapa se establecen las bases para la construcción de las palabras. Se utiliza como criterio para definir el inicio de esta etapa, la producción mínima de 50 vocalizaciones excluyendo todas las producciones vegetativas o presumiblemente involuntarias como el toser, estornudar, llorar, los gruñidos involuntarios, etc. Kimbrough menciona una definición operacional de esta etapa, al referir una relación igual o mayor a 20% de sílabas canónicas por vocalización (Kimbrough, *Op. Cit.*).

ETAPA DE UNA PALABRA. La mayoría de los niños comienzan manejando palabras independientes, y conforme crecen van incrementando el número de palabras en sus oraciones. El morfema en este caso empezó a considerarse como una medida del desarrollo del lenguaje, pues se creyó que entre más morfemas produzca el niño, más conocimiento lingüístico tiene. Las palabras solas pueden ser morfemas, pero en algunos casos consisten en más de un morfema.

ETAPA DE LAS DOS PALABRAS. Alrededor de los dos años de edad el niño comienza a usar el lenguaje de dos palabras (Paivio, 1981). El lenguaje de dos palabras muestra un uso más productivo y claro que el de una palabra, y evidencia la adquisición de *clases* de palabras por parte del niño.

ETAPA DEL LENGUAJE TELEGRAFICO. En esta etapa, que surge entre los dos y los 3 años de edad, el niño se expresa casi sin usar *palabras función*, sino sólo *palabras contenido* (sustantivos, verbos o adjetivos). Considerando que la función relacional del lenguaje tiene poca información extra, y por tanto sus componentes, o sea las palabras función, son predecibles o redundantes en el contexto, a diferencia de las palabras contenido que establecen una clara referencia y son menos predecibles del contexto, se cree que el uso del lenguaje telegráfico por parte del niño representa una forma de economía eficiente en su hablar que además le permite aprender la necesidad de darle mayor claridad a su discurso.

PALABRAS PIVOTE Y PALABRAS ABIERTAS. Se observa que en el proceso de aprendizaje de la lengua el niño comienza utilizando "holofrases¨, o sea palabras aisladas que tienen el significado de una frase completa. Posteriormente pasa a la etapa de las dos palabras en la que como ya se dijo, usa una palabra como una especie de pivote sobre el cual giran otras palabras asociadas. Las palabras pivote son unas cuantas y generalmente ocupan lugares fijos al principio de las frases iniciales que produce el niño. El resto son de naturaleza abierta.

ETAPA DE LA CONSTRUCCIÓN ORACIONAL SIMPLE Y COMPLEJA. Una vez que han aparecido por separado en el lenguaje del niño las llamadas partes de la oración (sujeto, verbo y predicado), el niño inicia la construcción de oraciones que partiendo de una estructuración simple, gradualmente van adquiriendo una mayor complejidad. La estructuración de las oraciones compuestas pasa por las Coordinadas (copulativas con el uso de las palabras relacionales: *y*, y *ni)*, disyuntivas (con el uso de la disyunción: *o*), adversativas (con el uso de las palabras función: *pero*, y *si no*). Posteriormente el niño será capaz de construir oraciones subordinadas (oraciones secundarias que forman parte de una oración principal, las cuales pueden ser relativas (uso de la palabra de clase abierta: *que*), sustantivas (oraciones con objeto directo), adverbiales (con el uso de adverbios: de finalidad, de causalidad, condicionales, de relaciones temporales, comparativas, con adverbio de modo, etc.). Entonces se puede decir que el niño ha consolidado la adquisición y aprendizaje del lenguaje básico, dentro de las constricciones gramaticales de su lengua materna.

CAPITULO III

EL LENGUAJE MEXICANO DE SEÑAS

Aunque algunas investigaciones han encontrado que el Español y el LMS son lenguas diferentes en estructura y en vocabulario (Jackson 1983), también se ha dicho que "no ha podido determinarse la estructura sintáctica de esta lengua pero se sabe que es distinta a la del español" (Jackson, *Op. Cit.*). De igual manera refiere Jackson que el orden estructural en LMS es variable, dependiendo la relación entre agente - acción - paciente, etc.; del contexto de la comunicación, de movimientos o de otro fenómeno "que aún no es posible describir con precisión" (Jackson, *Op. Cit.*). Respecto a los conectivos, como parte de la función relacional del lenguaje, menciona que entre los sordos "el uso de conectivos en general es poco común…las preposiciones "a", "de", "para", por lo general se omiten…tampoco es muy común la utilización de artículos y el uso de verbos copulativos es optativo" (Jackson, *Op. Cit.*).

Sin embargo, investigaciones comparativas han encontrado que aunque la estructura y el léxico sean diferentes, las estrategias y proceso de adquisición de la sintaxis son similares (las primeras adquisiciones sintácticas en los niños sordos utilizan los mismos casos semánticos). Kretschmer y Kretschmer (1978, en Jackson 1983) realizaron un amplio compendio de dichos estudios y concluyen que el proceso de adquisición del Lenguaje Americano de Señas es similar al del lenguaje oral. Por su parte, la Dirección General de Educación Especial en México, organismo dependiente de la Secretaría de Educación Pública, asegura que en el Lenguaje Mexicano de Señas "se presenta el mismo fenómeno", a ese respecto, que en el Lenguaje Americano de Señas (Jackson 1983).

La Dirección general de Educación Especial en México documenta que se han realizado muchos trabajos de investigación que demuestran que los lenguajes manuales en el mundo tienen todos ellos características propias de todo lenguaje. Finalmente Donna Jackson, aplicando los modelos utilizados por Stokoe y por Klima y Bellugi, llevó a cabo un estudio mediante el cual pudo demostrar que el Lenguaje Mexicano de Señas (LMS) reúne las características necesarias para ser considerado un lenguaje en sí, natural y humano (Jackson 1981).

El LMS, como los lenguajes audibles, consta de signos icónicos y signos arbitrarios que se rigen convencionalmente. Posee las propiedades mencionadas por Hockett para los lenguajes: es abierto porque permite la creación de mensajes nuevos, es intercambiable pues permite mensajes emisor-receptor y viceversa, maneja mensajes especializados que pueden ser creados espontáneamente, y finalmente se da y recibe la retroalimentación, que en el silente es visual y cinestésica y en el interlocutor visual (Jackson, *Op. Cit.*).

UNIDADES GRAMATICALES DEL LMS.

Se debate todavía si las unidades discretas del LMS son unidades equivalentes al fonema, expresadas con la forma, posición y movimiento que adoptan las manos, y que Stokoe llama "quiremas" los cuales a su vez, según este autor, están compuestas por "alochiras" (Alófonas) o bien si la unidad mínima de significado es la palabra como percepción o acto motor global (Jackson, *Op. Cit.*). Nuestra posición es que en el lenguaje de señas sí existen

unidades equivalentes a los fonemas pero éstos no se circunscriben a un solo tipo de signado. Son tres los componentes básicos del signado: ideograma, punto de articulación y movimiento, y tanto el ideograma como el movimiento por sí mismos constituyen, en algunos casos, un equivalente fonémico. Pero además, en otros casos, es sólo la integración global de un ideograma y su desplazamiento lo que transmite el significado como equivalente del fonema. Por otro lado, la posición como lo define Stokoe y que nosotros llamamos "punto de articulación", no puede constituir equivalente fonémico alguno, ya que es sólo una referencia espacial.

El punto de articulación es la posición en que se colocan las manos con relación al cuerpo, para iniciar la realización de las señas, pero dicho punto de articulación existe aún en ausencia de seña alguna, en cuyo caso no tiene significado alguno. Por ejemplo, cuando decimos que la palabra *pero* se signa a la altura del codo, el punto de referencia o "punto de articulación" es "la altura del codo". Pero "altura del codo" por sí misma no significa nada porque es sólo una coordenada tridimensional en el espacio que existe aún cuando no haya seña o codo o persona, y que pasa desapercibida a menos que se haga referencia a ella para un fin específico, que en este caso es la articulación de una seña.

Los Ideogramas son representaciones que dan a entender un significado por medio de una figura icónica o convencional realizada con el cuerpo, y más específicamente con las manos; figura que puede ser estática, o puede tener movimiento pero conservando la forma, o bien puede tener movimiento y terminar convertida en otra forma. Un ejemplo del primer caso es un componente del lenguaje de señas conocido como *dactilografía* que consiste en signar con una mano una sola letra del alfabeto. En Lenguaje Mexicano de Señas, por ejemplo, todas las letras del alfabeto, excepto cinco (la *k, ñ, q, x,* y la *z*), se signan con un ideograma estático frente al cuerpo, a la altura del hombro. En este caso, el ideograma por sí mismo constituye un equivalente fonémico.

Un ejemplo del segundo caso, en que el ideograma conserva su forma hasta el final, es la palabra "trabajo": El ideograma se signa con ambas manos que forman la "T" cada una, las palmas hacia abajo, la punta de los dedos señalando hacia el frente. El punto de articulación es el centro del cuerpo, a la altura de los codos. El movimiento: las manos se desplazan alternativamente hacia delante y hacia atrás. Las manos conservan hasta el final el ideograma original.

Un ejemplo del tercer caso es la palabra *llevar*. Ideograma: ambas manos signan la "a", las palmas frente a frente sin tocarse, los pulgares hacia arriba. Punto de articulación: Al frente y al centro del cuerpo. Movimiento: ambas manos se mueven simultáneamente hacia arriba y hacia la derecha, al tiempo que se abren para quedar ambas con las palmas hacia arriba. Como se ve en este caso, el ideograma que es la letra "a" se transforma al final.

En los dos ejemplos anteriores la unidad mínima con significado sólo se vuelve plausible con el desplazamiento. Sin embargo, podría decirse que es la suma del ideograma con el desplazamiento lo que conforma la unidad mínima. Por eso, para ejemplificar el caso en que sólo el desplazamiento por sí mismo constituye una unidad mínima equivalente al fonema mencionaremos a manera de ilustración el caso en que la persona, sin hacer

deliberadamente un ideograma, y partiendo de la posición en que se encuentre, pregunta "¿qué?", con tan sólo levantar la cara y las cejas.

Signos tales como "gusto" y "feliz" tienen el mismo punto de articulación (posición relativa: el pecho izquierdo), y el mismo movimiento (pequeños círculos iniciando arriba a la izquierda), pero difieren en la forma de la mano (ideograma). Palabras como "curioso" y "caliente" tienen idéntica forma de la mano (letra "c" del alfabeto de signos) y los mismos movimientos (pequeños círculos iniciando arriba a la izquierda), pero una diferente localización espacial (punto de articulación para "caliente": a un lado de la cara, a la altura del cuello; posición relativa para "curioso": frente a la boca). El movimiento por sí mismo, el punto de articulación, o la forma de la mano sirven para distinguir a las palabras.

Un ejemplo de equivalente fonémico que sólo se constituye holísticamente, al percibir globalmente el signado (ideograma y desplazamiento), es otro componente del lenguaje de señas conocido como *dactilología*, que consiste en el deletreo de algunas palabras con las manos. Este es el caso los nombres propios de las personas, que siempre se deletrean en tanto la persona referida no tenga una seña propia de tipo "apodo" y la otra persona no sepa que esa seña de apodo se refiere a ella. Conforme la persona va deletreando la palabra, el significado se va volviendo plausible y la persona que recibe el mensaje puede construir holísticamente el significado.

Por otro lado, los signantes nativos de diferentes comunidades de sordos a menudo muestran un "acento" propio de esa comunidad, cuando "pronuncian" los signos (Bellugi, 1992); acento que se manifiesta como una diferencia sutil en el ideograma, en la posición relativa o en el movimiento.

Finalmente, existiendo los fonemas, también existen los morfemas, de los cuales Jackson destaca los utilizados para indicar tiempo (pasado, futuro), y persona en los verbos (Jackson, *Op. Cit.*).

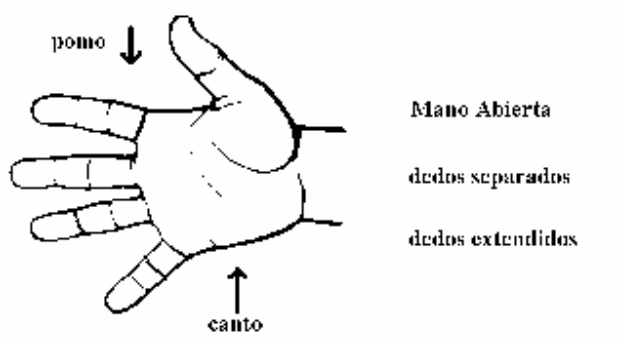
SINTAXIS DEL LMS

Una de las mayores diferencias entre el lenguaje de señas y el hablado es que el lenguaje oral descansa en patrones rápidos secuenciados temporalmente, mientras que los lenguajes de signos se fundamentan en patrones multi-dimensionales simultáneos. Aún cuando en el lenguaje de señas las manos constituyen el medio principal de comunicación, las expresiones faciales también juegan un papel muy importante al sincronizar los gestos de la cara con los signos manuales (Bellugi 1992). Por otro lado, los lenguajes de signos, a diferencia de los lenguajes hablados, hacen uso del espacio en todos los niveles lingüísticos (Bellugi, *Op. Cit.*)

Los lenguajes de signos poseen estructuras gramaticales que en gran parte no tienen un correlato con las gramáticas de los lenguajes de normoyentes. También existen diferencias cruciales en sintaxis. Las frases "el perro muerde al gato" y "el gato muerde al perro" son idénticas en cuanto a su estructura, pero el orden de las palabras y el significado son diferentes. Sin embargo, en Lenguaje de señas el signante hace uso del espacio, donde coloca imaginariamente a los nominales (el gato aquí y el perro allá), y es el señalamiento

secuencial (aquí, morder, allá), lo que revela al objeto y al sujeto del verbo (quién mordió a quién) (Bellugi *Op. Cit.*). Existen puntos en el espacio adicionales, reservados para otras referencias, por ejemplo para signar el género femenino se utiliza la mano derecha abierta, dedos extendidos y separados, palma hacia abajo, a la altura de la cintura y al lado derecho del cuerpo.

En cuanto a la estructura de frases, que en LMS también es similar al Español, se rescatan las observaciones abajo listadas. Para facilitar la explicación de las formas que las manos adoptan para signar los ideogramas, hemos utilizado una nomenclatura básica, la cual se muestra a continuación:



Observaciones sobre la estructura de frases en LMS:

- El orden secuencial es variable pudiendo ser por ejemplo: sujeto-objeto-verbo-complemento o sujeto-objeto-verbo o tiempo-verbo-objeto, etc.

- El agente generalmente se omite, y cuando es necesario incluirlo se hace mediante sustantivo o pronombre.

- La interrogación se hace signando "qué" o con los gestos de la cara, o combinando "qué" con los gestos faciales.

- Se emplea además la "dactilología", la "dactilografía" y los ideogramas. La dactilología consiste en el deletreo de las palabras con las manos (proceso dinámico). La

dactilografía consiste en signar con las manos una sola letra del alfabeto (proceso estático).

- Los Ideogramas son representaciones que dan a entender un significado por medio de una figura icónica o convencional realizada con el cuerpo, y más específicamente con las manos. Muchos de los ideogramas son muy antiguos y se han conservado mediante la transmisión de una generación a otra de signantes del Lenguaje Mexicano de Señas. Esto ha dado lugar a que muchos ideogramas contienen una letra "T" conocida como "T antigua" o "T de ideograma", que no se utiliza en el alfabeto actual, ni en dactilología ni en dactilografía, pero que inevitablemente se usa en palabras ya estructuradas que se originaron por generaciones anteriores de signantes del LMS. La forma de signar esta "T antigua" es: Palma de la mano extendida, dedos extendidos y juntos exceptuando el índice y el pulgar. El índice se encuentra flexionado y descansando sobre el dorso del pulgar:

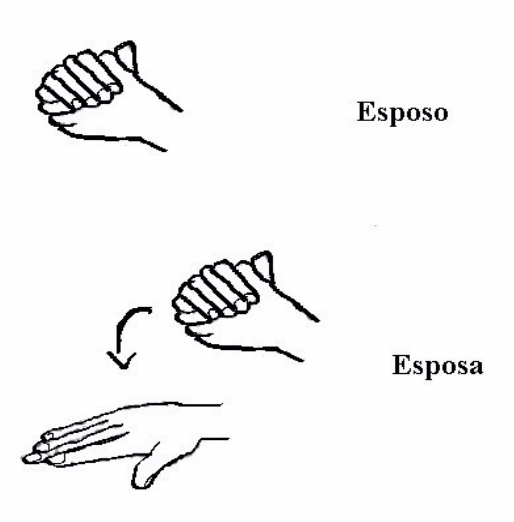
"T" antigua

Como ideograma la figura de la "T antigua" por sí sola y de manera estática significa una letra del alfabeto (la "T"). Como componente de palabras que se formularon antiguamente y que aún se usan, un ejemplo es la palabra "trabajo" que anteriormente se describió.

- Tiempos del verbo. En lenguaje de señas siempre se habla en tiempo presente, a menos que se especifique lo contrario. En LMS Para señalar una acción a futuro, primero se signa la acción del verbo, y luego se hace la seña de futuro (Ideograma: mano derecha abierta, dedos extendidos y juntos apuntando hacia arriba, la palma hacia el lado izquierdo. Punto de articulación: Sobre el hombro, al lado derecho de la cara. Movimiento: La mano se desplaza hacia arriba y hacia adelante, el brazo se extiende, los dedos terminan apuntando hacia el frente). Por ejemplo, para decir vendré, primero se signa venir y luego la seña de futuro. Lo mismo sucede con el futuro en el lenguaje oral, solo que en LMS la partícula flexional mediante la cual se conjuga el verbo es "la seña del futuro". De igual manera, para denotar el pasado, primero se signa el verbo, y luego la señal de pasado (ideograma: Mano derecha abierta, palma hacia arriba, dedos extendidos y juntos apuntando hacia el frente. Punto de articulación: A la altura del codo, frente al brazo. Movimiento: La mano derecha se desplaza hacia atrás mientras el codo sube hacia el frente. La mano termina a la altura del oído, con la palma apuntando hacia abajo y los dedos apuntando hacia atrás).

- Participio pasivo es una forma verbal en virtud de la cual el verbo presenta las terminaciones: *ado, ido, to, so y cho*. Por ejemplo, el participio pasivo del verbo casarse, es "casado"; el participio pasivo de vender es "vendido". En lenguaje de señas, la terminación *ado* y la terminación *ido* del participio pasivo, se expresan asi: TERMINACION ADO-IDO. Ideograma: empuñar la mano izquierda con el pomo hacia arriba. Con la mano derecha se figura una variante de la "D", juntando la punta de los dedos medio, anular, meñique y pulgar mientras el índice se extiende. Punto de articulación: Frente al cuerpo, al centro del mismo, y a la altura de los codos. Movimiento: La punta de los dedos medio, anular y pulgar, se posan sobre el pomo de la mano izquierda empuñada. La terminación *to* del participio pasivo, se expresa así: terminación “to”. Ideograma: empuñar la mano izquierda con el canto hacia arriba. Con la mano derecha se figura la "T" antigua. Punto de articulación: Frente al cuerpo, al centro del mismo, y a la altura de los codos. Movimiento: El canto de la mano derecha que figura la "T" se posa sobre el pomo de la mano izquierda empuñada. La terminación *aro*, *ero*, se signa después de la palabra, formando la “R” con la mano derecha, y posándola por la palma sobre el dorso de la mano izquierda, la cual se encuentra empuñada. Ejemplo, para signar *panadero*, primero se signa pan, y luego la “R” con la mano derecha, con la palma hacia abajo, se coloca sobre el dorso de la mano izquierda.

- GENERO. En términos generales, el lenguaje de señas siempre habla en género masculino a menos que el sustantivo sea específicamente femenino (por ejemplo la palabra "comadre" o "mamá" siempre se refieren a un sujeto específicamente femenino). Por tanto, el sujeto siempre se entenderá como masculino, a menos que se especifique añadiéndosele el modificador femenino con la "terminación de femenino". Por ejemplo, para decir esposa, primero se signa esposo y luego se añade la terminación "a" para designar el femenino: la mano derecha abierta con la palma hacia abajo, se desplaza hacia abajo.



- AGENTE-PACIENTE. Para determinar que persona realiza la acción y diferenciarla de la que la recibe, se utiliza la dirección del movimiento de la seña como señalamiento.

ETAPAS EN LA ADQUISICION DEL LENGUAJE EN SORDOS

En los niños sordos, el balbuceo se presenta en la misma forma y al mismo tiempo que en los normoyentes, sin embargo, en los sordos el proceso de adquisición del lenguaje oral se ve afectado debido a su carencia auditiva, aún cuando conserven intacto su aparato fono-articulador, pues no cuentan con fonemas a imitar o reproducir. Los efectos comienzan a ser notorios en el momento de la producción silábica, como documenta Kimbrough (1988). La producción de sílabas bien formadas se establece en los primeros 10 meses de vida en los niños normoyentes. En los niños sordos que están expuestos al lenguaje de señas desde la etapa del balbuceo la producción canónica comienza mucho después que en los normoyentes, en un rango de tiempo que va de los 11 a los 25 meses. En términos generales, los niños sordos tardan más tiempo que los niños normoyentes, en pasar de la etapa de una palabra a la de un vocabulario de 50 palabras. Lo mismo sucede en el paso de la etapa de las palabras aisladas a la etapa de formación de frases, y cuando finalmente lo consiguen, su riqueza es menor y el tiempo para llegar a las frases compuestas es mayor. Ellos consideran que la aparición de la combinación de dos palabras es un indicador del surgimiento de la sintaxis, que en el caso del niño sordo se ve retardada. Neville y cols (1997) comenta que el dominio de la sintaxis verbal, es decir de la estructura gramatical del lenguaje oral es para muchos sordos un aprendizaje tardío.

Como en los normoyentes los niños sordos manifiestan en sus interacciones con las personas que los cuidan, un gran número de expresiones faciales. Toda persona emplea la mímica para comunicar sus ideas, emociones, deseos. La mímica puede cumplir una función complementaria al lenguaje oral, por ejemplo enfatiza o bien, como en el caso de los sordomudos, puede ser vehículo informativo. Dentro de los distintos tipos de lenguaje (mímico, oral y escrito) la mímica es el menos completo. Sin embargo, es auxiliar emotivo e importante del lenguaje oral. La mímica es el uso de gestos faciales y manuales. Las personas, cuando hablan, hacen gesticulaciones tanto informativas como expresivas. La comunicación informativa por medio de la mímica es incompleta, y así lo refiere González Reyna (1991), porque no representa en su totalidad los sentimientos, los deseos y los pensamientos de la persona, aunque a veces, un gesto resulta mucho más comunicativo que las palabras. Lo importante en relación con la mímica de los sordomudos es que pierde su carácter emotivo para adquirir un sentido esencialmente informativo.

Para los niños sordos la expresión facial es muy importante ya que las expresiones faciales funcionan tanto como vehículo de comunicación afectiva como en su función de marcadores gramaticales (cláusulas relativas, preguntas, oraciones condicionales, adverbios, etc.). Una investigación realizada por Ursula Bellugi encontró que las madres de niños sordos resuelven de manera natural el conflicto que surge ante la competencia por ambos tipos de expresión facial, utilizando los gestos faciales predominantemente como canal afectivo durante los dos primeros años de vida, y luego predominantemente como marcadores gramaticales (Bellugi, 1996). De acuerdo con Bellugi, los gestos faciales están gobernados por el sistema lingüístico en cuanto a tiempo de aparición y desaparición, y cobertura de los patrones de contracción muscular, mientras que las expresiones afectivas son inconsistentes y variables.

Alrededor de los 7 meses de edad tanto los normoyentes como los niños sordos ya hacen gestos: arrugan las cejas, elevan el labio superior, aprietan los labios, y pueden al mismo tiempo discriminar los gestos de otras personas: coraje, felicidad o sorpresa. A los 10 meses de edad pueden guiar su comportamiento basándose en la expresión facial de sus madres. Para finales del primer año de vida, asocian las expresiones faciales con estados afectivos tanto receptivos como expresivos.

Se considera que el niño sordo a los 10 meses de edad tiene ya aproximadamente 20 palabras del lenguaje de los signos en su vocabulario; la primera palabra surge aproximadamente a los 7 meses, y la combinación de palabras a los 10 meses según McIntire (1974, en Jackson 1983).

Cuando el bebé comienza a articular sus signos, al principio no domina la completa y correcta conformación de sus manos, por lo que su "pronunciación" es inicialmente imperfecta, pero con la práctica logra dominarla. Sin embargo, dado que el Lenguaje Mexicano de Señas tiene una estructura sintáctica diferente a la del lenguaje oral, es posible que la organización cerebral en los sujetos sordos, que es sustrato de los procesos comunicativos, sea diferente a la de las personas normoyentes que utilizan el lenguaje oral.

CAPITULO IV

CORRELATOS NEUROFISIOLOGICOS DEL LENGUAJE

Como ya se dijo, en sujetos normoyentes existe un período de tiempo, a lo largo del desarrollo y durante la infancia, durante el cual el organismo humano se muestra especialmente apto para la adquisición y desarrollo del lenguaje (Lenneberg 1976, Furth 1966, Vygotsky 1984).

La organización cerebral es producto de factores madurativos que pueden ser acelerados, lentificados o modificados por el ambiente. De esta manera el período llamado crítico para el aprendizaje del lenguaje dispone una serie de condiciones cerebrales que si no son aprovechados dificultarán posteriormente la adquisición del habla y no sólo eso sino también la organización del cerebro.

Marcotte y Morere (1990) señalan que la exposición ambiental juega un papel clave en la organización del cerebro para la regulación y control del lenguaje expresivo durante el período crítico el cual abarca, como ya se indicó, los tres primeros años de vida y es paralelo a la mielinización del área de Broca. Este y otros estudios han sugerido que existen varios patrones de organización cerebral para el lenguaje expresivo, uno típico con lateralización izquierda, otro atípico con dominancia derecha y un tercero simétrico. La influencia de la dominancia cerebral en el lenguaje también se pone de manifiesto en investigaciones como la de Kutas y cols. (1998) cuyos resultados mostraron que durante una tarea de lectura de frases con y sin anomalías semánticas, se presenta una asimetría en uno de los componentes de los Potenciales Relacionados a Eventos, que es sensible al hecho de que el sujeto tenga o no dominancia zurda.

Por su parte Kutas y cols. en una investigación con sujetos comisurotomizados a los que les fueron presentados estímulos ante los campos visuales izquierdo y derecho por separado, consistentes en oraciones cuya palabra terminal en algunos casos presentaba incongruencia semántica, encontraron que se presenta una disociación entre los potenciales cerebrales registrados y la tarea conductual de los sujetos (Kutas, 1988).

Los mecanismos cerebrales que subyacen el uso del espacio con relación a la sintaxis también han sido estudiados. Emmorey y Kosslyn (1996) comentan que aparentemente los dos hemisferios cerebrales codifican relaciones espaciales, pero de diferente manera, y que luego estas diferentes codificaciones son ensambladas para producir una imagen visual. Refieren que el hemisferio izquierdo codifica mejor las relaciones espaciales categoriales mientras que el derecho procesa las relaciones espaciales coordinadas; y proponen que este tipo de representaciones guarda paralelismo con la naturaleza categorial y simbólica del lenguaje ya que el hemisferio izquierdo media el uso del espacio para las relaciones sintácticas, mientras que el hemisferio derecho media el uso del espacio para las descripciones topográficas.

Los datos previamente mencionados respecto a la especialización hemisférica no sólo nos permiten entender los resultados de las lesiones de uno y otro hemisferio en sujetos normoyentes, sino también algunas de las características del lenguaje de señas de los

sordos. En el sordo, al igual que en normoyentes se observa que las lesiones del lado izquierdo afectan al lenguaje, existiendo gran semejanza entre los efectos que las lesiones corticales tienen sobre el lenguaje independientemente de sus medios expresivos: el lenguaje del normoyente compuesto por series sonoras y el lenguaje de señas del sordo integrado por series de movimientos manuales. De acuerdo con esto, se parte del supuesto de que las estructuras corticales especializadas en el lenguaje son las mismas tanto para los normoyentes que se comunican mediante el lenguaje oral como en sujetos sordos que utilizan el lenguaje de señas. A continuación haremos un breve análisis de las principales lesiones corticales cerebrales que afectan al lenguaje, pues éstas han servido para comprender la participación de ciertas regiones del sistema nervioso en la producción y recepción del lenguaje.

Además, por investigaciones realizadas en personas con el cuerpo calloso seccionado se ha podido determinar que el hemisferio no dominante, lingüísticamente hablando, también cumple algunas funciones lingüísticas. En el 99 por ciento de las personas diestras el hemisferio dominante para el lenguaje es el izquierdo, y en ellos el hemisferio derecho (no dominante para el lenguaje) participa también activamente en el funcionamiento lingüístico. Lo anterior es congruente con la idea de que el "procesamiento nuclear" del lenguaje se lleva a cabo en la región perisilviana del hemisferio izquierdo pero el resto de la corteza cerebral también realiza procesamientos que contribuyen al dominio lingüístico (Caplan, 1992). Lesiones en el hemisferio derecho producen deterioro en la capacidad de hacer inferencias y para estructurar textos. Estas lesiones también producen ligeras perturbaciones en algunas funciones "nucleares", aunque muy débiles (Caplan, *Op. Cit.*). Estas investigaciones han sido corroboradas en estudios en que se utiliza un estímulo lingüístico que es presentado ante un hemicampo visual o en una tarea dicótica auditiva.

Los datos referentes al hemisferio izquierdo como lingüísticamente dominante en personas diestras deben matizarse con los casos clínicos de la llamada "afasia dextral cruzada", la cual consiste en un deterioro lingüístico severo y permanente después de una lesión en el hemisferio cerebral derecho en personas diestras. También debemos mencionar que en el caso de algunos sujetos zurdos que tienen como lingüísticamente dominante el hemisferio derecho, las lesiones en el hemisferio derecho provocan afasias permanentes de manera similar a las afasias de las personas diestras con lesiones en el hemisferio izquierdo (hemisferio dominante) (Caplan, *Op. Cit.*).

Ayudan a la comprensión de los datos neurofisiológicos relacionados con el lenguaje, los planteamientos de Roman Jakobson. Este autor señala dos ejes a lo largo de los cuales el lenguaje se desarrolla: uno basado en la similitud razón por la cual lo designa con el nombre de *eje de la sinonimia* o *eje paradigmático,* y el otro se fundamenta en el principio de la adyacencia, razón por la cual le asigna el nombre de *eje metonímico o eje sintagmático*. Al respecto, Alcaraz (1994) hace notar lo siguiente:

> "en las lesiones cerebrales se perturban de manera diferencial cada uno de estos ejes. Cuando es la parte posterior del cerebro la que sufre el daño, es el eje paradigmático el que se encuentra alterado, de ahí que el paciente no pueda encontrar los términos para designar a un determinado fenómeno. La denominación se pierde porque la vinculación entre las respuestas sensoriales y

> los vocablos se encuentra interrumpida. La comprensión no se obtiene porque las palabras dejan de evocar lo que sería su significado, el cual representa un paradigma compuesto tanto por una estructura integrada de palabras, como de palabras y respuestas sensoriales, en el que mediante similaridades y diferencias se determinan las características de la realidad, expresadas luego a través de sinónimos y antónimos…Con lesiones en la parte anterior, la perturbación ocurre en el eje sintagmático y el paciente, entonces, no puede construir una frase; cuenta sólo con las designaciones del eje paradigmático y su lenguaje adquiere la forma de una especie de telegrama, pues los medios para relacionar las distintas denominaciones de los objetos le hacen falta".

Reportes de investigaciones clínicas en personas con lesiones cerebrales que afectan al lenguaje oral han llevado a concluir que cuando la lesión se sitúa en las zonas anteriores del cerebro se produce la Afasia Motora en la cual hay una pérdida en el uso de las palabras función, por lo que los pacientes con ese tipo de lesiones usan un lenguaje telegráfico, de algún modo similar al lenguaje utilizado por los niños que se encuentran en la etapa del desarrollo lingüístico del mismo nombre. Originalmente la afasia motora se considero solamente como una alteración de la articulación de las palabras, sin embargo Luria (1980) hizo una sub-clasificación donde incluye dos tipos de afasia motora: la afasia motora eferente y la afasia motora aferente. En la primera las lesiones se ubican en regiones frontales posteriores y las alteraciones se manifiestan en un lenguaje estereotipado y perseveraciones que dificultan la construcción y oralización de frases. En la segunda, las lesiones son en las regiones parietales inferiores y afecta la articulación fina por lo que se dificulta o imposibilita la pronunciación de las palabras (Quintanar, 1994).

Otro tipo de alteraciones que afectan lo que Luria llama la "estructura predicativa de la expresión" producen una afasia con agramatismo que se caracteriza por un lenguaje "tipo telegráfico" al que acabamos de hacer mención. Son lesiones que afectan al eje sintagmático del lenguaje expresivo, y generalmente se ubican en las regiones anteriores de las zonas corticales del lenguaje (Luria, 1980). Se entiende por agramatismo a la pérdida de las reglas gramaticales que permitirían la correcta estructuración del discurso. El lenguaje telegráfico es un lenguaje carente de fluidez, donde la expresión verbal consiste básicamente de una cadena de palabras contenido aisladas unas de otras, que en los casos de lesiones más graves se manifiesta en un síndrome caracterizado por un déficit de la codificación del esquema sintáctico de la expresión verbal.

En las lesiones masivas de los lóbulos frontales, que dañan la función pragmática reguladora del lenguaje, se produce una alteración de la motivación e intencionalidad de los programas conductuales, lo cual se hace evidente en la conducta del sujeto, en términos generales, y en su producción verbal en particular (Luria, 1980). Generalmente no muestran lenguaje espontáneo, pero en la conversación las alteraciones son más notorias, por ejemplo, presentan una repetición ecolálica de las preguntas que se les formulan. Sin embargo, cuando se les pide que repitan una frase, si ésta es muy larga, solamente repiten las últimas sílabas o palabras de la frase. En sujetos con lesiones en las regiones prefrontales del hemisferio izquierdo, se producen alteraciones de la comunicación verbal manifiestas por la alteración de la motivación expresiva, dificultades para iniciar la

formulación de una frase discursiva o para generar un programa de lo que se va a expresan verbalmente (Luria, 1980).

La "afasia semántica", como fue definida por Luria (1980) es producida por lesiones en las áreas temporo-parieto-occipitales del hemisferio izquierdo, que provocan una alteración en la comprensión de las estructuras lógico-gramaticales complejas del lenguaje. Cuando las lesiones se ubican en las regiones occipitales, se produce una disociación entre los impulsos aferentes visuales y las áreas del lenguaje, dando como consecuencia un síndrome conocido como "alexia pura" o "ceguera verbal pura". Este síndrome se caracteriza porque el paciente puede comprender el deletreo oral e incluso puede escribir normalmente, pero no puede leer palabras o letras escritas (Quintanar, *Op. Cit.*). Este síndrome puede tener especial significación cuando se trata de sujetos sordos cuya percepción lingüística es visual para el lenguaje de señas.

CORRELATOS NEUROFISIOLOGICOS DEL LENGUAJE DE SEÑAS

Con relación a la edad de adquisición del lenguaje de señas, Neville y Lawson mostraron que tanto la edad de adquisición como la sordera misma, tienen un efecto marcado en el desarrollo de la especialización cortical (Neville y Lawson, 1987). En una investigación posterior Neville y cols. confirmaron que la adquisición temprana de lenguaje de señas, tanto en normo-oyentes como en sordos, provoca una modificación estructural cortical, dando como resultado una mayor participación del hemisferio derecho y de la corteza parietal cuando el sujeto procesa el lenguaje de señas que le es signado. En el caso de los sordos, a diferencia de los normo-oyentes, se produce además una mayor participación de las regiones temporal posterior y occipital (Neville y cols. 1997).

A la fecha existen abundantes reportes de investigación que correlacionan datos neurofisiológicos con el proceso de especialización interhemisférica y de adquisición del lenguaje en niños normoyentes. Se sabe, por ejemplo, que dentro del período de lateralización funcional interhemisférica ocurren las etapas de la adquisición del lenguaje: etapa pre-sintáctica (también llamada etapa pre-silábica, que inicia con el balbuceo), y etapa sintáctica (etapa silábica, de la primera palabra, de las dos palabras, de la frase, etc.). Sin embargo, es poco lo que se ha hecho para medir el funcionamiento electrofisiológico en el niño sordo en correlación con el proceso de adquisición de la sintaxis del lenguaje de señas. De lo que se ha investigado en estudios observacionales de seguimiento se sabe que los niños sordos tienen la capacidad para adquirir el lenguaje de señas de la misma manera y en tiempos equivalentes que los normoyentes comenta Kimbrough (1988). Trabajos realizados en sordos signantes con daño cerebral han revelado que el hemisferio izquierdo del cerebro parece tener una predisposición innata para el lenguaje en humanos, independientemente de la modalidad del lenguaje (Bellugi 1992, Luria 1986, Ostrosky 1986, Lenneberg 1976). No obstante, el lenguaje de señas muestra como diferencia significativa el descansar en patrones viso-espaciales. Por otra parte exhibe diferencias cruciales en su sintaxis (Bellugi 1992, Bellugi 1996, González 1991). La comparación de las áreas del cerebro entre niños sordos y niños normoyentes ha revelado que la organización cerebral es modificada tanto por la influencia de la modalidad viso-manual como de la modalidad auditiva-vocal (Bellugi 1992, Emmorey 1996).

PERIODO CRÍTICO EN LOS SORDOS.
A la fecha existen antecedentes de dos estudios que buscaron aislar el período crítico en los sordos para ver sus correlatos en la organización cerebral. En el primero, Marcote y LaBarba (1990) examinaron los patrones de lateralización de individuos sordos que habían adquirido una pérdida auditiva profunda bilateral entre los 2 y los 36 meses de edad. Como grupo, mostraban una lateralización atípica. La pérdida de la audición establecida entre el nacimiento y los 24 meses, dio como resultado representaciones anómalas, bilaterales para la expresión oral, comparable a la de los sordos congénitos. La pérdida de la audición durante el tercer año de vida, resultaba en dominancia cerebral mixta, dependiendo de la complejidad de la tarea lingüística oral. Los resultados sugieren que la privación ambiental asociada a la pérdida de audición en cualquier momento en los primeros tres años de vida puede resultar en una reorganización cerebral de las funciones lingüísticas. Estos hallazgos también son coincidentes con los de Neville y Lawson quienes refieren que tanto la deprivación auditiva como la adquisición de un lenguaje visual tienen efectos marcados en el desarrollo de la especialización cerebral (Neville, 1987). Los datos sugieren que la edad de pérdida de la audición es un factor crítico para determinar la organización cerebral del lenguaje expresivo. La pérdida temprana está asociada con representaciones cerebrales atípicas, más simétricas.

En relación con los sordos Bellugi ha realizado investigaciones con sordos signantes que presentaban lesiones tanto del hemisferio derecho como del hemisferio izquierdo con diagnóstico de afasia. La naturaleza de la lesión fue determinada por tomografía computarizada o por resonancia magnética. Sometió a los sujetos a una prueba de componentes lingüísticos individuales, tales como la sintaxis organizada espacialmente, la morfología y la "fonología". También aplicó pruebas de cognición espacial no ligada al lenguaje. Los sujetos que presentaban daño del hemisferio izquierdo mostraron claros signos de afasia del lenguaje tales como "agramatismo" (forma de signar dubitativa, problemas "articulatorios", carencia de morfología y de gramática); errores sub-lexicales (Sub-lexical se refiere a la carencia de referencias nominales, de tal manera que no quedaba claro cual era la referencia); déficits en su habilidad para escribir, al igual que diversas características de la afasia de Wernicke (neologismos, errores semánticos, errores en sintaxis) (Bellugi 1983, Bellugi 1992).

También Bellugi ha encontrado que las lesiones del hemisferio derecho provocan pérdida de la habilidad para producir expresiones lingüísticas disociadas de las expresiones faciales afectivas. En cambio, las lesiones del hemisferio izquierdo permiten expresiones faciales afectivas normales, pero afectan a las expresiones faciales de tipo lingüístico (Bellugi 1992).

Por su parte Kutas y cols. en una investigación con sujetos comisurotomizados a los que les fueron presentados estímulos ante los campos visuales izquierdo y derecho por separado, consistentes en oraciones cuya palabra terminal en algunos casos presentaba incongruencia semántica, encontraron que se presenta una disociación entre los potenciales cerebrales registrados y la tarea conductual de los sujetos (Kutas 1988). Por otro lado, se ha visto que los sordos signantes con daño en el hemisferio derecho, no muestran afasia del lenguaje de

señas, sino que se desempeñan normalmente en pruebas de estructura gramatical y en todas las pruebas de procesamiento de lenguaje. Sin embargo, este tipo de personas muestra marcado déficit en pruebas de cognición espacial no relacionadas al lenguaje; lo cual es típico en normoyentes con daño en el hemisferio derecho (Bellugi, Poizner y Klima 1983). Así mismo observaron que lesiones en el hemisferio izquierdo en sordos producen afasias del lenguaje de señas, similares a las observadas en el lenguaje hablado. La conclusión básica de la investigación de Vellugo es que el lenguaje de señas, al igual que los lenguajes hablados, son procesados por el hemisferio izquierdo. Sin embargo, Emmorey y cols. (*Op. Cit.)* refieren investigaciones recientes que indican que el hemisferio derecho juega un papel más importante en el procesamiento del lenguaje de señas en sordos, que en el lenguaje hablado en normoyentes.

Las conclusiones anteriores se han visto reforzadas por las investigaciones de Bavelier (1998), en el Instituto Georgetown para Ciencias Cognitivas y Computacionales en EUA, quien utilizando Resonancia Magnética para comparar la topografía funcional cerebral durante el procesamiento de lenguaje realizada tanto con personas normoyentes como con sordos que manejan ASL, sugiere que es el hemisferio izquierdo el que básicamente procesa el lenguaje, independientemente de la modalidad a través de la cual éste es percibido, sin embargo menciona que el Lenguaje de Señas evoca actividad cortical en el hemisferio derecho.

En lo referente al hemisferio izquierdo como procesador principal del lenguaje, también son coincidentes las investigaciones de Soderfeldt y cols. (1997), con Tomografía por Emisión de Positrones (TEP). Ellos encontraron que durante el procesamiento del Lenguaje Americano de Señas por los sordos, se evoca un patrón idéntico de flujo de sangre que en el procesamiento del lenguaje oral en normo-oyentes. Sin embargo, hacen notar que siendo el Lenguaje de señas un modelo viso-espacial, éste último activa las áreas de asociación visual (19 y 37 de Brodmann), mientras que el lenguaje oral activa las regiones parietales (22 y 43 de Brodmann). Es interesante observar que el mismo Soderfeldt había reportado anteriormente (1994) que el lenguaje de señas activa áreas similares de la corteza que el lenguaje oral, cuando el escucha observa al hablante, pero que la recepción y procesamiento de lenguaje de señas no activa las áreas viso-espaciales de la corteza.

En concordancia con Soderfeldt, McGuirre y cols. (1997) realizaron un interesante experimento en el Departamento de Medicina Psicológica del King's College School of Medicine en Londres buscando los correlatos neurofisiológicos del pensar en lenguaje de señas. Los resultados indican que aún cuando el pensar en lenguaje de señas involucra la representación interna de los movimientos manuales, activa la corteza cerebral izquierda más que las áreas viso-espaciales del hemisferio derecho. Considerando que la corteza inferior izquierda generalmente se activa cuando sujetos normo-oyentes articulan en silencio (acto de pensar), los resultados sugieren que el pensar en lenguaje de señas es mediado por la misma región cerebral que el pensar en lenguaje fonológico. Por otro lado, los resultados de McGuirre y cols. confirman que es el hemisferio izquierdo el principalmente involucrado en el lenguaje de señas; en congruencia con investigaciones de Hickok, Bellugi y Klima (1996), y concluyen que el hemisferio cerebral izquierdo es dominante para el lenguaje y que a pesar de que el lenguaje de señas se realiza en el

dominio visoespacial, más que en un procesamiento temporal/lineal, la dominancia del hemisferio izquierdo es evidente.

Una corroboración adicional de lo anterior es el estudio referido por Emmorey (1996) del caso de una persona normoyente quien además de hablar Inglés también dominaba el Lenguaje Americano de Señas, y después de sufrir daño en el hemisferio derecho, mostró un déficit selectivo en la producción y comprensión del lenguaje de señas, pero su Inglés hablado no se vio afectado. Por otro lado, sí mostraba déficits viso-espaciales.

LOS POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS

El Electroencefalograma (EEG) es el registro que se hace de las variaciones de voltaje, a lo largo de un tiempo determinado, de la actividad eléctrica cerebral recogida mediante electrodos que se colocan sobre la superficie del cuero cabelludo y que mediante una amplificador diferencial se hace posible cancelar cuando las variaciones entran en forma simultánea con los mismos valores desde los dos electrodos, mientras que por medio de ese mismo procedimiento se permite se acepten las variaciones que llegan a una y otra entrada con valores de voltaje distintos. Las primeras surgen de interferencias debidas a la instalación eléctrica y llegan en fase a las dos entradas del amplificador, lo mismo que las señales difusas de la electrogénesis cardiaca o muscular que por encontrarse su origen alejado de dichas entradas, llegan igualmente en fase. Las segundas, o sea los valores de voltaje desigual, son producto de las variaciones que se originan en los tejidos subyacentes alos electrodos empleados para el registro y por eso llegan fuera de fase. Las variaciones de voltaje así obtenidas manifiestan frecuencias entre 0.2 y 80 Hz. Si es que también se toman en esta frecuencia máxima las armónicas de las actividades rítmicas registradas.

Por otro lado, cuando al mismo tiempo que se está registrando un EEG se presenta al sujeto un estímulo, la actividad eléctrica cerebral registrada puede definirse como épocas del EEG relacionadas con el estímulo y dependientes del tiempo. Dentro de estas épocas existen cambios de voltaje que constituyen los Potenciales Relacionados a Eventos (PRE) (Rugg, 1996). De acuerdo con la Sociedad Americana de Electroencefalografía, se conoce como Potenciales Relacionados a Eventos los que surgen como resultado de la presentación de un estímulo o se presentan previos a una actividad realizada por los sujetos (Otero, 1994).

Los Potenciales registrados en el cuero cabelludo representan campos eléctricos netos resultado de la actividad post-sináptica (dendrítica, no axonal) de poblaciones de neuronas. Sin embargo, para que esta actividad pueda ser registrada, se requiere que las neuronas individuales que constituyen dicha población deben estar activas al mismo tiempo, orientadas en forma paralela, y conformar con las demás una configuración geométrica determinada (llamada de campo abierto) que permita que los campos se sumen y den luego un dipolo; esto es, un campo con un polo positivo y otro negativo entre los cuales fluye la corriente.

La actividad de los PRE se registra en el Electroencefalograma, sin embargo es una actividad muy pequeña, por lo que para poderlos visualizar en forma de ondas sinusoidales se hacen necesarias algunas técnicas como la “promediación”. Esta técnica consiste en seleccionar segmentos del registro electroencefalográfico que coinciden con una señal indicadora del momento en que se presentó el estímulo, sumarlos y promediarlos.

Las características de los PRE varían, entre otras razones, dependiendo de la modalidad sensorial de la estimulación, así hay PRE Auditivos, PRE Visuales, PRE Somatosensoriales, etc. Los Potenciales también pueden estar relacionados a procesos psicológicos (Potenciales endógenos), que pueden evocarse con estímulos externos, y se manifiestan con latencias superiores a los 50 milisegundos. Los PRE de latencia corta (menos de 50 ms) se llaman exógenos y reflejan la llegada del estímulo sensorial al cerebro. Estos potenciales exógenos no se ven afectados por los procesos psicológicos del sujeto. En cambio los PRE endógenos pueden ser usados para establecer inferencias acerca de los procesos cognitivos y la actividad neuronal asociada a ellos (aunque no necesariamente los PRE se usan de manera exclusiva para este fin).

En los potenciales se identifican los llamados "componentes", los cuales pueden ser de polaridad positiva o negativa, con una distribución característica (en el cuero cabelludo) y latencias que pueden ser confiablemente correlacionadas con manipulaciones experimentales; y debido a que pueden ser correlacionados a procesos cognitivos particulares, también pueden ser usados como índices fisiológicos de dichos procesos. No existe una definición universalmente aceptada de los componentes de los PRE. En algunos casos "componente" se refiere a un pico o a un transitorio en la onda. De acuerdo al uso "funcional" más común, se refiere a la forma de onda cuya polaridad aproximada, latencia, y distribución en el cuero cabelludo son predecibles. Desde un punto de vista más "fisiológico", es el reflejo de la actividad de un generador particular del cerebro. La mayoría de los investigadores han adoptado una posición intermedia entre la "funcional" y la "fisiológica".

Finalmente, la latencia se refiere al tiempo en milisegundos que tarda el componente en hacerse evidente, y la amplitud hace referencia a la magnitud en microvoltios con que se manifiesta dicho componente.

POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS LINGÜISTICOS

Lee Osterhout y Phillip Holcomb (1996) llevaron a cabo una revisión bibliográfica de las investigaciones más importantes que se habían realizado previamente para relacionar los PRE con el lenguaje receptivo. En sus conclusiones reportan que los PRE permiten determinar no sólo cuando el sujeto detecta una anomalía sino también el tipo de anomalía que percibe en el lenguaje. Cuando se percibe una anomalía semántica, se presenta una deflexión negativa alrededor de los 400 ms., destacando entre los trabajos relacionados con este componente los realizados por Martha Kutas (1997), quien en una reciente revisión del tema (Kutas, 1998) encuentra que aún cuando existen en la actualidad gran variedad de técnicas sofisticadas de medición neurofisiológica (Electroencefalografía, Magnetoencefalografía, Tomografía por Emisión de Positrones, Resonancia magnética, etc.), todas ellas difieren en resolución temporal y espacial, pero por su excelente resolución temporal los PRE, por sí solos, ofrecen una valiosa herramienta para el estudio de los fenómenos neurolingüísticos. Por otro lado, cuando se presenta una anomalía sintáctica, se evoca un componente positivo alrededor de los 600 ms.

Los potenciales relacionados a eventos lingüísticos que se han estudiado a la fecha son:

N160 Potencial de onda negativa que se presenta con una latencia de aproximadamente 160 ms. Aparece ante palabras que reflejan la función relacional del lenguaje, de forma más lateralizada hacia el lado izquierdo.

P200 Potencial de onda positiva que se presenta con latencia de 200 ms. Distingue entre sustantivos y verbos, siendo más positivo en el caso de los verbos, en localizaciones centrales.

N280 Onda negativa que se presenta ante palabras con función lingüística relacional.

N350 Componente negativo que es evocado por palabras cuya función lingüística es referencial (palabras contenido o de clase abierta), y se presenta simétricamente en ambos hemisferios.

N400 Se presenta con polaridad negativa ante incongruencias semánticas del lenguaje percibido sin importar la modalidad perceptual (lectura, audición, lenguaje de señas). Tiene distribución amplia manifestándose con mayor amplitud en áreas parietales y temporales posteriores. Su latencia puntual es a los 400 ms. pero se presenta con un rango que va desde los 250 ms. hasta los 800 ms.

N445 También es un componente negativo. Se presenta ante palabras con función relacional. Su localización está cargada al hemisferio izquierdo y las áreas frontales.

P600 Surge con una latencia de 600 milisegundos ante incongruencias sintácticas del lenguaje, independientemente de la modalidad.

Ayuda a comprender la relación entre los Potenciales Relacionados a Eventos y el lenguaje, la propuesta de Friederici (1995) quien postula que existen tres distintas fases en la comprensión del lenguaje; dos de ellas básicamente sintácticas:

Primera fase. El sujeto determina la estructura sintáctica inicial con base en la información sobre la categoría de la palabra. Aquí interviene la región anterior del hemisferio izquierdo, el cual se activa cuando existe una violación de la estructura de la frase.

Segunda fase. El sujeto procesa información lexico-semántica y sobre la estructura verbo-argumento. Es en esta fase que se presenta el componente N400 clásico, con mejores manifestaciones en las áreas temporo-parietales al procesar la información lexico-semántica; y en las regiones anteriores izquierdas cuando se procesa la estructura sintáctica verbo-argumento.

Tercera fase. El sujeto trata de asociar la estructura sintáctica inicial con la información léxico-semántica y con la estructura verbo-argumento. En caso de que no haya coincidencia, el sujeto ejecuta un re-análisis que se manifiesta en un componente positivo de topografía centro-parietal.

Por su parte Frank Rösler y Peter Pütz (1993) mencionan que el N400 que aparece cuando el sujeto detecta una incongruencia semántica al final de una oración puede presentarse entre los 250 y los 800 ms; alcanzando un máximo entre los 400 y los 500 ms. con una distribución topográfica en la región parietal y temporal posterior. Concluyen que este componente esta asociado a incongruencias semánticas mediante el control de cuatro variables lingüísticas: frecuencia de la palabra, probabilidad de ocurrencia, distancia semántica y fuerza de vinculación semántica. Además, el N400 no se presenta asociado a otro tipo de variaciones (por ejemplo la melodía), ni se ve afectado por aspectos tales como la modalidad del estímulo (acústico o visual), código (Lenguaje de señas), idioma, o paradigma experimental (lectura, decisión léxica, etc.). Investigaciones posteriores de Kutas y Hillyard en que asociaron el N400 evocado por incongruencias en la mitad de la frase les llevaron a definir un efecto débil del componente localizado más frontalmente; especialmente con relación a la incongruencia de tiempo (Kutas y Hillyard 1988, Kutas y Hillyard 1989). Sin embargo Osterhout y cols (1996) encontraron una deflexión positiva en regiones parietales cuando se presentaba una violación sintáctica en medio de la frase, como violación sub-categórica.

A su vez Neville y cols. (1991) reportan resultados de una investigación que ellos realizaron mediante el estudio de PRE para correlacionar la actividad eléctrica con el procesamiento de frases sintácticamente correctas pero con anomalías semánticas, y de frases semánticamente correctas pero con anomalías sintácticas. Los resultados de su investigación, mostraron que las anomalías semánticas producen un potencial negativo N400 con distribución bilateral, de mayor amplitud en regiones posteriores. Respecto a las anomalías sintácticas, encontraron que las violaciones a las reglas de la estructura de frases evocan un N125 en regiones anteriores del hemisferio izquierdo, y un potencial negativo entre 300 y 500 ms en regiones temporales y parietales del hemisferio izquierdo. Violaciones a las constricciones de especificidad también producen un potencial N125 más notorio en regiones anteriores del hemisferio izquierdo, y finalmente, las violaciones de subyacencia evocan un P200 con distribución amplia y simétrica. Neville concluye que los resultados apoyan la propuesta de que las funciones semántica y sintáctica son procesadas por distintos subsistemas corticales de la función lingüística cerebral. Específicamente, esta investigación corrobora que el potencial N400 es sensible a las variaciones semánticas pero insensible a las variaciones sintácticas. Al mismo tiempo Neville y cols. refieren que ellos estudiaron las anomalías sintácticas no de manera directa, sino mediante las consecuencias semánticas de los diferentes posibles análisis sintácticos asociados con una cadena léxica determinada. Sin embargo, reconoce que otros investigadores han realizado estudios que correlacionan un potencial P600 asociado a anomalías sintácticas.

Por su parte, y en concordancia con los resultados arriba mencionados, los experimentos de Rösler y Pütz (1993) arrojaron como resultado que las discrepancias semánticas evocaban un N400 en ambos hemisferios con pico en regiones parietales y temporales posteriores. Sin embargo, de manera contrastante con los resultados previos, encontraron que las violaciones de subcategorización sintáctica también evocaban un componente negativo entre los 400 y los 700 ms, cuyo máximo se localizaba en la corteza frontal. Para explicar lo anterior, ellos proponen que la gran variedad de potenciales asociados a las violaciones sintácticas se explica por el hecho de que en algunos casos la violación sintáctica también involucra violaciones semánticas; de ahí la aparición de un componente negativo. Sin

embargo, esto también entra en contradicción con la postura de Neville y otros investigadores, que sugieren que las incongruencias semánticas son procesadas por un área cortical diferente a la que procesa las incongruencias sintácticas, y que si se presenta un componente tipo N400 no se presentaría un componente tipo P600. La postura predominante en el momento actual, y con la cual nosotros coincidimos, es que las incongruencias semánticas evocan un N400 mientras que las sintácticas evocan un P600.

Otra investigación que permite confirmar los hallazgos anteriores es la de Münte, Heinze y Mangun (1993), quienes concluyeron que el N400 clásico se presenta cuando una palabra es precedida por palabras no relacionadas semánticamente, y su manifestación máxima se presenta en las regiones centro-parietales. También encontraron un Potencial Evocado de polaridad negativa asociado a incongruencias sintácticas que se presenta cuando las palabras van precedidas por artículos o pronombres gramaticalmente incorrectos. La manifestación máxima se presenta en región frontopolar del hemisferio izquierdo.

Otros reportes de investigación que contribuyen a un mejor conocimiento de los PRE relacionados al lenguaje son los de Connolly y Philips (1994) quienes encontraron que el N400 se presenta cuando la palabra final de una frase es anómala semánticamente o cuando se presenta una palabra que en realidad tiene una baja probabilidad de ocurrencia en esa frase. Tomando en consideración la "disparidad fonológica negativa (DFN)" (una respuesta negativa que precede al N400 en experimentos con estímulos auditivos), ellos demostraron que la razón por la cual el N400 se presentaba con la misma latencia tanto con estímulos lingüísticos visuales como con auditivos, se encuentra en una diferencia fina de los estímulos consistente en lo siguiente:

- Cuando se presenta un estímulo auditivo en que la última palabra de cada frase es semánticamente anómala y el fonema inicial difiere del fonema de la palabra que tiene la mayor probabilidad de ocurrencia para esa frase, se presenta tanto una DFN como un N400.

- Cuando en el estímulo auditivo la palabra terminal es semánticamente apropiada pero el fonema inicial difiere del de la palabra que tiene mayor probabilidad de ocurrencia, se presenta una DFN pero no el N400.

- Cuando el fonema inicial de la palabra terminal del estímulo auditivo coincide con el de la palabra con mayor probabilidad de ocurrencia pero la palabra es inadecuada, se presenta el N400 pero no la DFN. En este caso la latencia del N400 se incrementa.

- Cuando la frase termina con la palabra de mayor probabilidad de ocurrencia, no se presenta ni el N400 ni la DFN.

Por otro lado, un interesante análisis experimental realizado por Nigam y cols. (1992), buscaba determinar si el componente N400 está vinculado exclusivamente al lenguaje o si por el contrario forma parte de un sistema conceptual que incluye tanto palabras como imágenes. Partiendo de la premisa de que el N400 se presenta cuando se viola una expectativa semántica durante el procesamiento del lenguaje, presentaron visualmente a los sujetos frases en las cuales la última palabra fue sustituida por una imagen icónica que

representaba el mismo concepto que la palabra eliminada. Los resultados indican que el N400 se presenta cuando hay incongruencia semántica sin importar que el estímulo sea una palabra o una imagen icónica.

Con relación a los PRE's en sordos, Neville y cols. (1997) reportaron que este grupo de sujetos tenían potenciales evocados que diferían de los de adultos normoyentes tanto en lateralización como en distribución, con relación a los normoyentes, y que esto es debido a que los sordos tienen organizaciones cerebrales diferentes para los procesos de lenguaje. Marcotte y Morere (1990) sugieren que la deprivación ambiental asociada a la pérdida profunda de audición puede conducir a una reorganización cortical de ciertas funciones específicas del lenguaje.

Otro dato interesante es la forma como repercute el Lenguaje de Señas en los procesos cognitivos de las personas sorderas. Wilson y Emmorey (1998), encontraron que a mayor amplitud del desplazamiento manual para signar en Lenguaje Americano de Señas es mayor el decremento en la eficiencia de la memoria, y que este es un efecto similar al que produce en normoyentes una palabra larga.

En conclusión, los PRE, y especialmente los componentes N400 y P600, representan una herramienta idónea para caracterizar los correlatos neurofisiológicos de las incongruencias lingüísticas. El N400 asociado a incongruencias semánticas ha mostrado ser eficaz para evidenciar las incongruencias semánticas tanto en lenguaje fonológico como en lenguaje de señas. Sin embargo, a la fecha, este componente no ha sido investigado en sordos mexicanos o con Lenguaje Mexicano de Señas. Por otro lado, respecto al P600 que ha sido asociado a incongruencias sintácticas en lenguaje fonológico, no conocemos a la fecha investigación alguna en que haya sido investigado en relación con ningún Lenguaje de Señas, y esto incluye que no ha sido estudiado en sordos mexicanos ni con Lenguaje Mexicano de Señas. Esta investigación pretende contribuir a llenar ese faltante de información; es decir, el N400 y el P600 como correlatos neurofisiológicos del Lenguaje Mexicano de Señas ante incongruencias semánticas y sintácticas.

CAPITULO V

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A la fecha son muy pocos los estudios que se han realizado para correlacionar la actividad electrofisiológica cortical cerebral con el Lenguaje de Señas en personas con sordera, y específicamente ningún estudio se ha realizado en México o para el Lenguaje Mexicano de Señas. Por otro lado, de los pocos estudios que se han realizado en otras latitudes, no se tienen aún resultados conclusivos. Más bien se conoce la existencia de resultados discrepantes.

Partiendo del principio de que, sólo conociendo con precisión los procesos de organización del lenguaje de señas en los sujetos sordos, se pueden establecer las estrategias adecuadas que permitan una oportuna y eficiente intervención, que redundaría en el mejoramiento lingüístico de los sordos, es que proponemos una investigación más exhaustiva que tome en cuenta que las personas con sordera por corticopatía (lesión en el Aparato de Corti), es decir sin lesión cortical cerebral, no adoptan una sintaxis compleja, sino que se expresan telegráficamente, lo que da lugar a que en ellos aparezcan problemas en la comunicación, pues como acota Vygotsky "frecuentemente las oraciones abreviadas se prestan a confusión" (1984). Por su parte, Luria (1994) dice que el sentido de la información que se comunica mediante estos lenguajes simplificados "únicamente se puede comprender sabiendo con certeza de qué se trata, y observando los gestos utilizados en la conversación", es decir, dentro de una conversación muy apegada a contextos muy específicos, ya que obviamente los gestos no son suficientes para expresarse haciendo uso de un lenguaje abstracto, es quizá por ello que los sordos presenten por lo general un pensamiento de tipo concreto, siendo la ausencia del lenguaje relacional la principal causa.

Se podría especular que los sujetos sordos quedan estancados en la etapa del desarrollo lingüístico que corresponde al lenguaje telegráfico porque la organización cerebral quedó fijada de esa manera debido a la falta de estimulación cultural generada por la falta de lenguaje (tanto audible como mediante la lectura). Conocemos algunos casos en que algunos sujetos hipoacúsicos (no sordos, sino sólo con disminución del umbral auditivo) logran dominar la función relacional del lenguaje de señas, e incluso la utilizan cuando hablan con personas normoyentes que conocen el lenguaje de señas pero que, curiosamente, con otros sordos usan el lenguaje telegráfico. Este caso, sin embargo, es el de personas hipoacúsicas, no sordas. Más aún, conocemos casos de personas sordas que son maestros de lenguaje de señas de otros sordos, y que motivan a los otros sordos a que utilicen la función relacional del lenguaje, pero sorprendentemente en su casa, en familia utilizan el lenguaje telegráfico.

Se podría argumentar que hay un condicionamiento de la comunidad de sordos que refuerza la práctica del lenguaje de señas telegráfico, como una estrategia inconsciente, para superar el problema de una comunicación lenta causada porque las manos se mueven más despacio que la lengua. Este reforzamiento es el que daría lugar a que el niño aprendiera un lenguaje de señas telegráfico, al que después. la misma comunidad de sordos reforzaría. Sin embargo, quedan algunas incógnitas.

Como dice Humberto Maturana (1995), nadie puede ir más allá de lo que le permite su propia biología. Por ejemplo, no se podría lograr que tan sólo con un programa de condicionamiento una persona con sordera pudiera oír, pues carece de la biología de la audición. De acuerdo con las bases biológicas del lenguaje, sabemos que cuando pasa el período crítico del desarrollo del lenguaje, la organización cerebral para esta función queda modificada. Una de las preguntas pendientes es: si el niño sordo no aprende oportunamente la función relacional del lenguaje de señas ¿queda su organización cerebral afectada de manera que ya no la podrá adquirir posteriormente, ni aún con un programa de reforzamiento? Y si el lenguaje tiene una estrecha relación con el pensamiento, entonces ¿el sujeto sordo que no domina el lenguaje relacional tiene afectados también sus procesos de pensamiento?

La pretensión de este trabajo no es responder a todos los cuestionamientos antes mencionados, pero sí iniciar un proceso de investigación que permita, eventualmente, irlos contestando. El conocimiento de los correlatos neurofisiológicos del Lenguaje de Señas en los sordos, pretende servir como una ventana que nos permita apreciar la organización cerebral lingüística de los sordos en México, como punto de partida.

El estudio de la función relacional del lenguaje es importante para lo anterior, porque permite en los sujetos que se comunican, la ubicación temporal de lo relatado, la ubicación espacial de las relaciones topográficas que se describen; da la oportunidad de corregir y clarificar ambigüedades comunicativas; evita incongruencias léxicas y sintácticas así como confusiones y malos entendidos de los mensajes. La carencia de palabras función en algunos sordos representaría para ellos dificultades en la comprensión de relaciones, lo que les impediría desarrollar un pensamiento de naturaleza más abstracta. Muchos de los datos que se han recogido con los sordos, en relación con la concreción presente en su pensamiento, quedarían explicadas de esta manera. Si por otra parte se intenta encontrar los correlatos de la ausencia de la función relacional de lenguaje en la actividad cerebral, se abre una puerta para comprender mejor los procesos que ahora se nos escapan y que nos impiden ayudar al desarrollo cognitivo de los afectados por sordera. Como guía para encontrar esos correlatos podemos basarnos primero, en los hallazgos electrofisiológicos y en el análisis del flujo sanguíneo cerebral, que nos ha permitido aseverar que la integración semántica se lleva a cabo en el eje paradigmático planteado por Jakobson, lo que implica que las incongruencias semánticas deben reflejarse en actividades en las zonas posteriores del cerebro como ya se ha comprobado con el hallazgo del N400.

Segundo, si nos apoyamos en los esquemas teóricos que hemos presentado en este trabajo podríamos formularnos las siguientes preguntas:

A) ¿Las lesiones en el área de Broca que producen afasias motoras con agramatismo implican sólo rompimientos en las cadenas morfosintácticas con las que se expresa la función relacional?. De ser así, el marcador principal de la función relacional sería el PRE N445 que no aparecería en áreas frontales en los sordos en los casos de congruencia sintáctica o bien no estaría lateralizado hacia la izquierda.

B) ¿Habrá durante la estructuración sintáctica, o sea en el curso de la ocurrencia de la función relacional de LMS, una mayor participación de las zonas posteriores del

cerebro por el hecho de que el lenguaje de señas tiene, principalmente, componentes visoespaciales? Si la respuesta a la pregunta anterior fuera positiva la topografía y la latencia de P600 ante las incongruencias sintácticas se vería modificada, en particular su latencia se vería acortada, dado que la estructura de LMS tiene una función relacional con expresiones que por integrarse en forma simultánea en el espacio del señalamiento ocurren con una temporalidad menor.

Los planteamiento anteriores darían pie entonces a la formulación de las siguientes hipótesis.

HIPÓTESIS

A) Las incongruencias sintácticas en LMS generarán en los sordos un componente P600 con topografías modificadas y latencias acortadas.

B) Se confirmará en los sordos la aparición del componente N 400, ante las incongruencias semánticas en LMS, como fue descrito por Neville.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

A) Analizar la posible aparición del componente N400, en sujetos sordos mexicanos, ante frases en Lenguaje Mexicano de Señas con incongruencia semántica.

B) Analizar los posibles componentes de los potenciales evocados que pudieran surgir en sordos mexicanos cuando se les presentan incongruencias sintácticas en Lenguaje Mexicano de Señas.

CAPITULO VI

METODOLOGIA

VARIABLE DEPENDIENTE: La amplitud y la latencia del componente N400 ante frases con incongruencia semántica, y del P600 ante frases con incongruencia sintáctica en Lenguaje Mexicano de Señas (LMS).

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Congruencia semántica
- Incongruencia semántica
- Congruencia sintáctica
- Incongruencia sintáctica

CONTEXTO DE LA INVESTIGACION

Esta investigación se realizó con una población de sordos que estudian en el Centro de Atención Múltiple Gallaudet, de Jocotepec, Jal.; organismo dependiente de la Dirección de Educación Especial, de la Secretaría de Educación Pública de México, que atiende educativamente a niños con diversas discapacidades.

SUJETOS

La población estuvo constituida por 32 alumnos sordos inscritos en una escuela pública de Educación Especial durante los ciclos escolares 1998-1999 y 1999-2000. Los sujetos de la muestra, seleccionados de la población antes mencionada, mediante la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, finalmente quedó constituida por 6 varones.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN. Sujetos de sexo masculino con sordera profunda (pérdida auditiva de 90 o más Decibeles, bilateral, de etiología congénita. Para asegurar que no tuvieran afectadas sus capacidades intelectuales superiores relacionadas con lenguaje, se les aplicó la prueba WISC-RM, escala de ejecución, y sólo se incluyeron en la muestra personas con C.I. igual o superior al término medio. Así mismo, se realizó valoración de suficiencia lingüística en LMS. La edad de los sujetos fluctuó entre 11 y 15 años (X = 13.61, Desviación Estándar = 1.294781). Todos los sujetos son diestros, libres de alteraciones visuales no compensadas, hijos de padres normoyentes e iniciaron su aprendizaje de LMS antes de los 5 años de edad. El nivel de la pérdida fue definido con base en los criterios que maneja la Dirección General de Educación Especial en México (DGEE 1987), partiendo del concepto de que el nivel de pérdida auditiva está en función de la intensidad mínima de sonido que se necesita para oír:

1.- Audición normal	de -1 a 15 dB
2.- Pérdida Superficial:	Personas que necesitan de 25 a 40 dB para oír
3.- Pérdida Media	Requiere de 41 a 55 dB.
4.- Pérdida Media / Severa	Necesita de 56 a 70 dB.
5.- Pérdida Severa:	De 71 a 90 dB.
6.- Pérdida Profunda:	De 91 dB. en adelante.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN. Se consideraron como razones para no incluir sujetos en el grupo de sordos o en el grupo control, antecedentes de traumatismos craneales con pérdida de la conciencia, o antecedentes de crisis epilépticas.

EL GRUPO CONTROL se conformó por 4 niños normoyentes que aprendieron LMS antes de los 5 años de edad, junto con Español oralizado en virtud de tener familiares de primer grado con sordera. La edad de estos niños fluctuó en el rango de 11 y 15 años y se procuró aparearlos uno a uno por edad con los sujetos de la muestra con una tolerancia máxima de 39 por ciento, es decir de 4 meses de diferencia por edad (X = 14.14, Desviación Estándar = 0.965479). Todos ellos presentan un C.I. igual o superior a término medio. A sugerencia de la Asociación de Silentes, se elaboró un contrato de participación en la investigación para ser utilizado con los sujetos control, algunos de los cuales se contrataron gracias a la mediación de dicha asociación. Los sujetos control recibieron pago por su participación.

ESTIMULOS

48 frases signadas en LMS con longitud invariable de 3 palabras. 12 de las 48 frases (25 por ciento del total), presentan incongruencias semánticas, 12 presentan incongruencias sintácticas, 12 presentan congruencia semántica y 12 presentan congruencia sintáctica.

Se formularon 24 frases incongruentes (50% del total), signadas en lenguaje Mexicano de Señas con longitud de 3 signos (palabras) por frase. Las incongruencias quedaron clasificadas en 2 grupos: (A) Incongruencia sintáctica, y (B) Incongruencia semántica.

El orden de presentación de las frases fue aleatorizado, sin embargo se hicieron ajustes para asegurar que las frases estuvieran adecuadamente mezcladas, evitando que se presentaran adyacentes dos frases del mismo grupo de incongruencias. Para ello se procedió de la siguiente manera:

1- Se asignó una letra de identificación a cada uno de los dos tipos de incongruencia: A" para cambio de género, "B" para el tipo de Cambio de Categoría. A las frases sin anomalías se les asignó la "C" para las frases con congruencia de género, "D" a las frases semánticamente congruentes.

2- Se formaron grupos de frases. Cada grupo formado por una frase de cada uno de los dos tipos de incongruencia y con una frase de cada uno de los dos tipos de congruencia relacional.

3- Se realizó un arreglo intra-grupal para asegurar que no se presentaran dos frases del mismo tipo en forma contigua. Para el arreglo intra-grupal las combinaciones posibles fueron:

- ABCD
- ACDB
- ADBC
- BACD
- BCDA
- BDAC
- CABD
- CBDA
- CDAB
- DABC
- DBCA
- DCAB

4- Mediante un arreglo inter-grupal se aseguró que la primera y tercera frase de cada grupo no coincidieran con la tercera y primera del grupo anterior o siguiente. Considerando que la secuencia de 48 frases en 12 grupos se presentaría 6 veces para dar un total de 288 frases, se varió la secuencia de presentación para la segunda, tercera y cuarta presentación, a fin de asegurar que no hubiese similitud entre secuencias.

C1-D1-A1-B1	D2-A2-B2-C2	B4-A4-C4-D4	C1-D1-A1-B1
D2-A2-B2-C2	B4-A4-C4-D4	C1-D1-A1-B1	A3-B3-C3-D3
A3-B3-C3-D3	C6-A6-B6-D6	A10-D10-B10-C10	B7-C7-D7-A7
B4-A4-C4-D4	D11-C11-A11-B11	A3-B3-C3-D3	D2-A2-B2-C2
A5-C5-D5-B5	D8-B8-C8-A8	B7-C7-D7-A7	D8-B8-C8-A8
C6-A6-B6-D6	C1-D1-A1-B1	D11-C11-A11-B11	B9-D9-A9-C9
B7-C7-D7-A7	A3-B3-C3-D3	A5-C5-D5-B5	C12-B12-D12-A12
D8-B8-C8-A8	A5-C5-D5-B5	C6-A6-B6-D6	D11-C11-A11-B11
B9-D9-A9-C9	A10-D10-B10-C10	B9-D9-A9-C9	A10-D10-B10-C10
A10-D10-B10-C10	B7-C7-D7-A7	D2-A2-B2-C2	B4-A4-C4-D4
D11-C11-A11-B11	C12-B12-D12-A12	D8-B8-C8-A8	A5-C5-D5-B5
C12-B12-D12-A12	B9-D9-A9-C9	C12-B12-D12-A12	C6-A6-B6-D6

Se filmó a un sujeto expresando en LMS los cuatro grupos de frases, la filmación se digitalizo y se descompuso en sus cuadros componentes, de los cuales se eligieron para cada una de las palabras de cada una de las frases, las 8 fotografías que presentadas secuencialmente, dieran la imagen de la palabra. De esta manera, todas y cada una de las frases de los cuatro tipos estuvieron conformadas por 3 palabras, y cada palabra por 8 fotografías. Cada una de las palabras de la frase fue presentada en el monitor de 14", de una computadora, sobre fondo negro, en una secuencia exacta de 8 imágenes que trasmiten el mensaje deseado, y cada imagen permaneció en pantalla por exactamente 240 ms. La secuencia de presentación sigue los siguientes criterios:

a) Punto de fijación, marco central vacío durante 1500 ms.

b) 240 ms. de cada una de las 8 imágenes que conforman la palabra, con tamaño similar al del marco

c) Imagen del signante inmóvil 1000 ms.

d) Se repiten los pasos 2 y 3 hasta completar la frase.

e) Para todas las frases (congruentes e incongruentes) el pulso de sincronización se envió al equipo de registro en el momento en que apareció en la pantalla del equipo que presentó los estímulos, la octava y última imagen de la última palabra, que es la significativa para la congruencia o incongruencia en todos los casos. El equipo de registro reconoce como subestados diferentes los pulsos de frases congruentes e incongruentes, semánticas y sintácticas.

f) Tras el último signo (el que da la congruencia o incongruencia) se presentó un marco vacío por 1760 ms.

g) Se presentó durante 1500 ms. una imagen de un "mouse" de computadora como señal para que el sujeto presione el botón izquierdo del "mouse" con el dedo índice de la mano derecha, indicando que no percibió incongruencia alguna, o con el dedo medio de la misma mano pero sobre el botón derecho del mouse, en caso de haber detectado algún tipo de incongruencia.

Para asegurar que el signado es el correcto, las frases y la consigna fueron sometidas a la consideración y corrección del Prof. Alejandro Calderón, Presidente de la Asociación de Silentes de Jalisco. Además, se presentó a los maestros de los niños sordos una lista de las palabras que intervienen en el experimento (tanto en las frases como en la consigna) solicitando se aseguren que los alumnos comprenden el signado específico de estas palabras en un contexto diferente al de la consigna y a las frases del diseño experimental.

Para asegurar que se signarían las frases a cada sujeto exactamente de la misma manera, se decidió filmar las frases y para ello se tomaron los siguientes criterios

- Signante capacitado y certificado por la Asociación de Silentes de Jalisco.

- El signante es una persona de sexo masculino.

- Para asegurar la uniformidad de signado en todos los casos, las frases signadas fueron filmadas en formato de video VHS, 8 mm, a color.

- Para controlar variables intervinientes, se filmó con fondo oscuro, la persona vestida de color oscuro también.

- El signante muestra un gesto facial imparcial o neutro, ya que los sujetos sordos son muy susceptibles a la gesticulación. De igual manera, conserva inmóviles los labios durante el signado, ya que algunos sujetos sordos pueden leer los labios.

- Se digitalizó la filmación en formato AVI a 30 cuadros por segundo, a color, en tamaño 320 x 240 pixeles, y se fragmentó cada frase en sus palabras componentes.

- Se fragmentaron todas las palabras en cada uno de los cuadros que la componen, convirtiendo cada cuadro en una fotografía de formato BMP indexado a 16 colores, 4 bits, paleta optimizada sin reservas de colores básicos o de blanco y negro y sin dither.

- Se seleccionaron las 8 fotografías más representativos de cada palabra, de forma que al ser presentadas secuencialmente en pantalla, dieran la imagen de movimiento y transmitieran el mensaje pretendido.

- Se filmó la consigna en LMS, y se digitalizó para ser presentada en el monitor de la computadora, en formato AVI, indexado a 256 colores, 8 bits, 30 cuadros por segundo, en tamaño 320 x 240 pixeles.

- Se hizo piloteo mediante la presentación a tres sujetos sordos que no participaron en el experimento definitivo.

- La presentación de los estímulos y los registros de la actividad eléctrica cerebral se realizaron en una habitación con iluminación atenuada por cortinas.

- Considerando que en el período de piloteo resultó difícil lograr que los sujetos sordos sostuvieran a lo largo del experimento la consigna de presionar la tecla al final, se desarrolló un programa computarizado en lenguaje de programación Delphi para entrenar a los sujetos de la muestra en cuanto a la oportunidad de la respuesta (ni antes ni después de que aparece la señal que solicita la respuesta consciente), el cual dio resultados satisfactorios.

- Siendo una de las características del lenguaje de señas el involucrar movimientos de todo el cuerpo (y no sólo de las manos como generalmente se cree), los sujetos sordos son muy móviles. Después de muchos años de condicionamiento gesticulatorio (en su experiencia vital diaria), resultaba difícil lograr que permanecieran una hora y 10

minutos sin moverse para evitar los artefactos musculares por movimiento. Por ello, se implementó la estrategia de "justo a tiempo" (just on time) para el control de los movimientos durante el registro. Esta estrategia implica dos cosas:

A- El sujeto tiene la libertad para moverse todo lo que quiera siempre y cuando lo haga antes de la palabra significativa y después de la imagen de signante inmóvil que sigue a la palabra significativa. La señal para el movimiento libre es el marco dentro del cual aparece la imagen, el cual adopta el color verde.

B- El sujeto no debe moverse durante el tiempo de presentación de los signos de la palabra significativa (8 signos con duración de 240 ms. = 1920 ms.), ni durante el tiempo de 1000 ms de la imagen del signante inmóvil. En total debe permanecer inmóvil 2920 ms.. La señal para controlar el movimiento es que el marco dentro del cual se insertan las imágenes adopta el color rojo.

Las señales para poder moverse o para detener el movimiento (cambio de color del marco verde y rojo, respectivamente) es exactamente el mismo para las cuatro condiciones, así como para todos los sujetos (del grupo de sordos y del grupo control). La estrategia resultó funcional, pudiendo lograrse al menos 34 segmentos de análisis útiles, por sujeto, por condición.

TECNICAS E INSTRUMENTOS

Para la filmación se utilizó una cámara Handycam Sony modelo NTSC/CCD-TR45.

Para la presentación de los estímulos se utilizó una computadora personal Lannix con procesador Pentium II Intel a 223 mHz.

Para la captura y digitalización de video se utilizó el hardware "TV Tunner & Video Capture Card", y el software "Wave Watcher TV-PCI" versión 4.00 para Windows 95; ambos de la firma AITech International.
Para la edición de video y conversión a formatos BMP se utilizó el software "Media Estudio Video Edition", versión 2.5 para Windows 95 de la firma Ulead Systems. La edición se hizo en una computadora PC Compaq con procesador Pentium a 300 mHz., con memoria de RAM de 32 Megas y 10.5 Megas de memoria disponible en Disco Duro.

REGISTRO. El registro electroencefalográfico se llevó a cabo en el Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara, registrando la actividad eléctrica cerebral en el curso de la presentación de las frases en LMS. Se utilizaron electrodos de plata chapeados de oro de la marca Neuro Supplies. Los electrodos se colocaron en el cuero cabelludo con el sistema internacional 10-20, para registro con derivaciones monopolares referidas a electrodos cortocircuitados provenientes de los pabellones auriculares. Se utilizó un filtro para eliminar las señales con frecuencias superiores a 50 Hz y otro para eliminar las señales con frecuencias inferiores a 0.5 Hz, además de un filtro de corte específico (Notch) para atenuar las frecuencias de 60 Hz. Las impedancias se conservaron menores a 2 kΩ al inicio, verificando durante el experimento y al final del mismo que no se excedieran

de 5 kΩ. Para el registro y análisis de la información se utilizó un equipo de la marca Medicid y el software "Track Walker" versión 2.

Fig. 1. Diseño de flujo de la situación experimental. El flujo inicia con un marco vacío presente en pantalla durante 1500 ms. Luego aparece el signante inmóvil durante 1000 ms. Siguen las 8 imágenes que forman la primer palabra de las 3 de que consta la frase. Cada una de las 8 imágenes permanece en pantalla durante 240 ms. A continuación aparece en pantalla el signante inmóvil por 1000 ms. Estos últimos dos pasos se repiten hasta que se completan las 3 palabras de la frase. Después se presenta al signante inmóvil durante 1760 ms., y finalmente la imagen de un ratón de computadora (mouse). El pulso de sincronización significativo se envía al equipo de registro cuando aparece en pantalla la última de las 8 imágenes de la última palabra de cada frase. Este proceso se repite en su totalidad hasta presentar el total de frases del experimento.

RELACION ANGULO⇔VISION. Tanto el ángulo de visión vertical como el horizontal del sujeto, con relación al cuadro central en la pantalla de la computadora donde se hizo la presentación de los estímulos, fue de 7 grados como máximo. Para el control del ángulo de visión se diseñó un equipo al que se llamó "Cubicador Estímulo-Visión" pues permite la exacta ubicación de la relación entre la vista del sujeto y el centro de la pantalla, en las tres dimensiones que caracterizan al cubo: Altura (ángulo de visión vertical), Ancho (ángulo horizontal de visión), Profundidad (distancia entre los ojos y el monitor). Para el control de la vertical (Altura), el equipo permite elevar o bajar el monitor para adecuarlo a la altura de la vista del sujeto, y al mismo tiempo permite subir y bajar el soporte donde el sujeto descansa su barbilla para adecuar la altura de su vista al cuadro central del monitor. Para el control de la horizontal (Ancho), el monitor admite desplazamientos para centrarlo, y el soporte donde el sujeto coloca su barbilla presenta a cada lado de la cara un soporte adicional desplazable para adecuarse a lo ancho de la cara, y que se puede fijar para impedir los movimientos horizontales de la misma. El control de la profundidad o sea a la distancia entre la pantalla del monitor y la vista del sujeto, que fue de 71 cm.

Al convertir los clips de video en cuadros, se eligió un tamaño predeterminado de 240 X 320 pixeles (alto por ancho). El equivalente de este tamaño en centímetros es de 8.47 X 6.35. Para ajustar el ángulo de visión conservando este tamaño para las imágenes, se ajustó la distancia entre el nasion del sujeto y la pantalla del monitor.

Previo al registro de las señales EEG, se realizó una calibración de la respuesta visual a los estímulos utilizando un tablero de patrón inverso alternado cada 500 ms con objeto de asegurar que los sujetos presentaban una buena respuesta visual a los estímulos. Los resultados indicaron la presencia de un potencial visual el cual correlaciona con el cambio luminoso en la pantalla de la computadora. Las señales correspondientes a las derivaciones O1, O2 y OZ destacaron diferencialmente de las demás, evidenciando una respuesta adecuada de los sujetos ante estímulos luminosos.

Para la detección tanto del P600 como del N400 se tomó como referencia para la sincronización la octava imagen de la última palabra de cada frase (congruente e incongruente), ya que es la octava imagen siempre la que determina la congruencia o incongruencia.

El registro definitivo se realizó teniendo los sujetos los ojos abiertos para la presentación de estímulos visuales en virtud de que siendo sordos los sujetos, los estímulos de su lenguaje son visuales. Por otro lado, y debido a que el tiempo de participación activa de cada sujeto en el experimento es de un mínimo de hora y media (15 minutos de puesta de electrodos, 3 minutos de la consigna, 1.08.08 hs. de registro y 4 minutos de preparativos varios).

Para el efecto de obtener un mínimo de 34 segmentos de análisis libres de artefactos por sujeto, por condición, se realizó igualmente un piloteo con 3 sujetos sordos y 4 normoyentes utilizando sólo derivaciones centrales. El objetivo principal era probar la estrategia de "justo a tiempo en el control del movimiento", y el entrenamiento en "oportunidad de la respuesta". Por ello, sólo se utilizaron las derivaciones frontopolares y centrales (FP1, FP2, FZ, CZ, PZ y OZ). Como resultado, los sujetos dieron oportunamente su respuesta cuando se presentó la señal, y controlaron sus movimientos, conforme lo esperado.

A la actividad ocular registrada con una ventana de tiempo entre 0.5 Hz y 100 Hz se le aplicó un filtro digital con umbrales de 0.0 y 15 Hz. La actividad ocular sirvió para detectar y eliminar los segmentos de registro muy artefactados. Con los segmentos seleccionados mediante revisión visual de los registros de todos los sujetos (sordos y control) se equilibró la influencia de cada sujeto en el gran promedio del grupo, la cual depende del número de segmentos de registro no contaminados. Esto se hizo mediante los siguientes pasos: a) marcar el total de ventanas por cada sujeto en cada condición, b) eliminar los segmentos artefactados, c) determinar el número de segmentos útiles del sujeto con el menor número de segmentos no artefactados, y d) seleccionar sólo ese número de segmentos para cada sujeto, en cada condición, mediante la eliminación (al azar) de los segmentos excedentes. De esta manera, se eligieron 34 muestras por cada sujeto por cada condición. Finalmente, se hizo un análisis de la relación señal-ruido la cual en todos los casos es superior a 0.5 por lo que se determinó que 34 muestras por sujeto por condición sí permiten que los componentes de los potenciales aparezcan después de la promediación. Esto es congruente con la investigación de Neville (1991) quien utilizó 30 muestras por sujeto por condición. La promediación de los segmentos para la obtención de las señales de los Potenciales Relacionados a Eventos se realizó por computadora con el mismo programa Track Walker del equipo Medicid.

El análisis estadístico de latencia y amplitud de los PRE se hizo con un diseño ANDEVA factorial de bloques aleatorizados de dos factores (Daniel, 1996), siendo los factores A: 6 derivaciones y B: 2 condiciones lingüísticas, congruencia vs. incongruencia) para todos los casos, excepto para el análisis comparativo entre grupos, ya que estando éstos conformados por muestras de diferente tamaño, se optó por el modelo de análisis estadístico ”T de Student para muestras de diferente tamaño”. Las 6 derivaciones seleccionadas para el análisis estadístico fueron elegidas mediante análisis visual por ser aquellas en que destaca de manera más evidente los PRE estudiados: C3, P3, C4, P4, Cz y PZ.

Para realizar el análisis de los valores de voltaje se definieron ventanas temporales de 100 ms. de duración en todas las condiciones; (50 ms. antes y 50 ms. después) alrededor de la amplitud máxima del componente en cuestión. Seguidamente se realizó un Análisis de Varianza. En todos los casos se tomó el valor de $p < 0.05$ como nivel de significancia para las comparaciones.

CAPITULO VII

RESULTADOS

Mediante un análisis visual de latencias se determinó que la incongruencia semántica genera una actividad electrocortical más destacada en P4 a los 435 ms. en el grupo control, y en P4 a los 425 ms. en los sujetos sordos. La incongruencia sintáctica, por su parte, genera un pico de actividad eléctrica en PZ a los 470 ms. en los sujetos control, y en PZ a los 440 ms. en los sujetos sordos.

Igualmente, mediante ese análisis descubrimos que en el grupo de sordos el N400 aparecía de manera acusada tanto en las condiciones de congruencia como de incongruencia, aunque era de mayor a amplitud frente a las incongruencias.

1- DIFERENCIAS ENTRE CONGRUENCIA E INCONGRUENCIA SEMANTICA.
A.- EN EL GRUPO CONTROL

Según se puede ver en la Fig. 2, la amplitud del N400 es mayor en las derivaciones C3, P3, C4, P4, Cz y PZ bajo la condición de incongruencia que en la condición de congruencia. La Fig.. 3 muestra las ondas diferencia del comparativo de la actividad entre ambas condiciones, observándose más notoriamente la deflexión del N400 en las mismas 6 derivaciones mencionadas.

.

CONGRUENCIA VS INCONGRUENCIA SEMÁNTICA GRUPO CONTROL

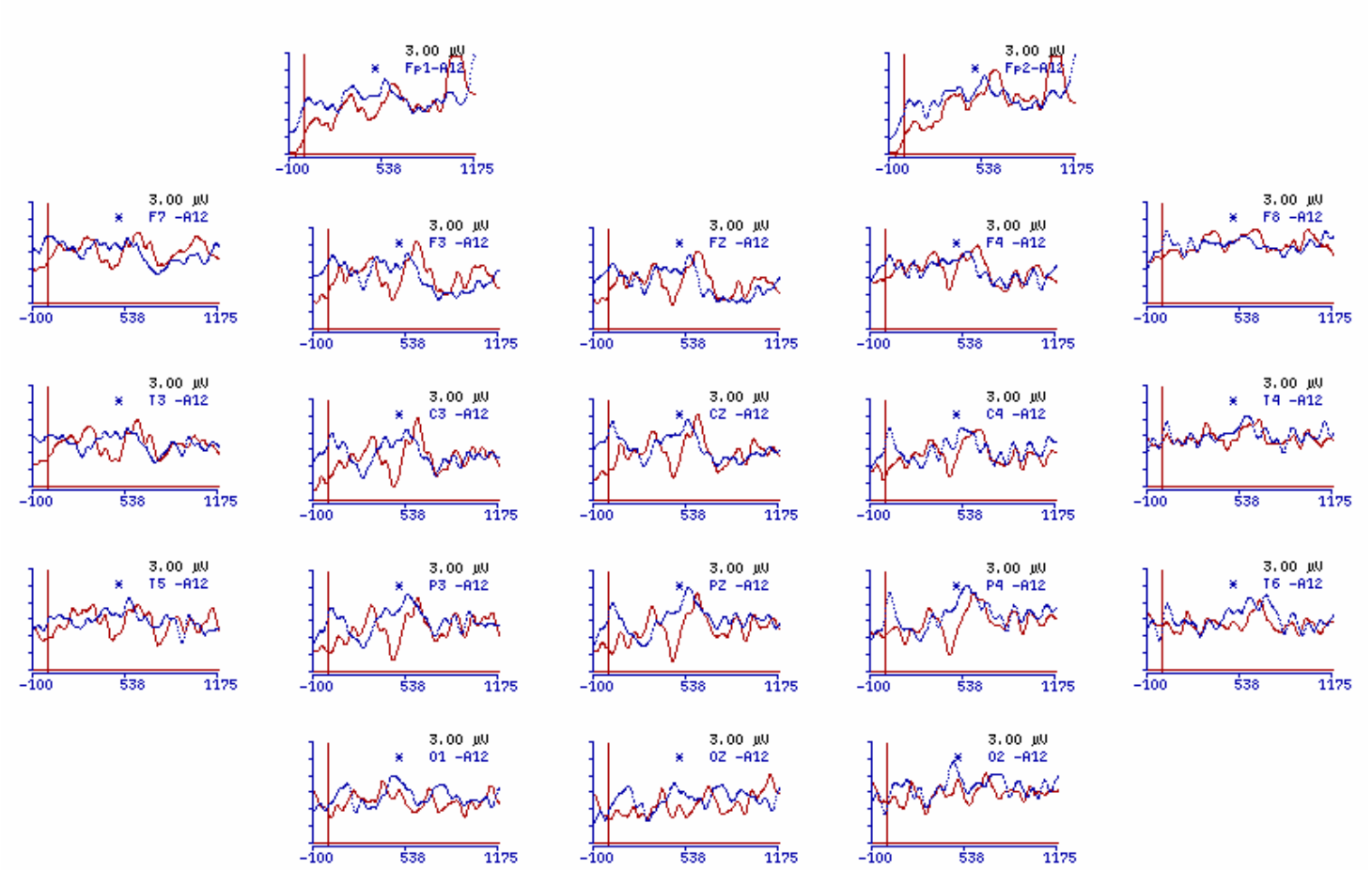


Fig. 2. Comparativo Grupo Control. Rojo: incongruencia semántica, Azul: congruencia. Positividad hacia arriba. Ventana 1280 ms. Preestímulo: 100 ms. Escala: 3 µv.

ONDAS DIFERENCIA GRUPO CONTROL. CONGRUENCIA VS. INCONGRUENCIA SEMANTICA

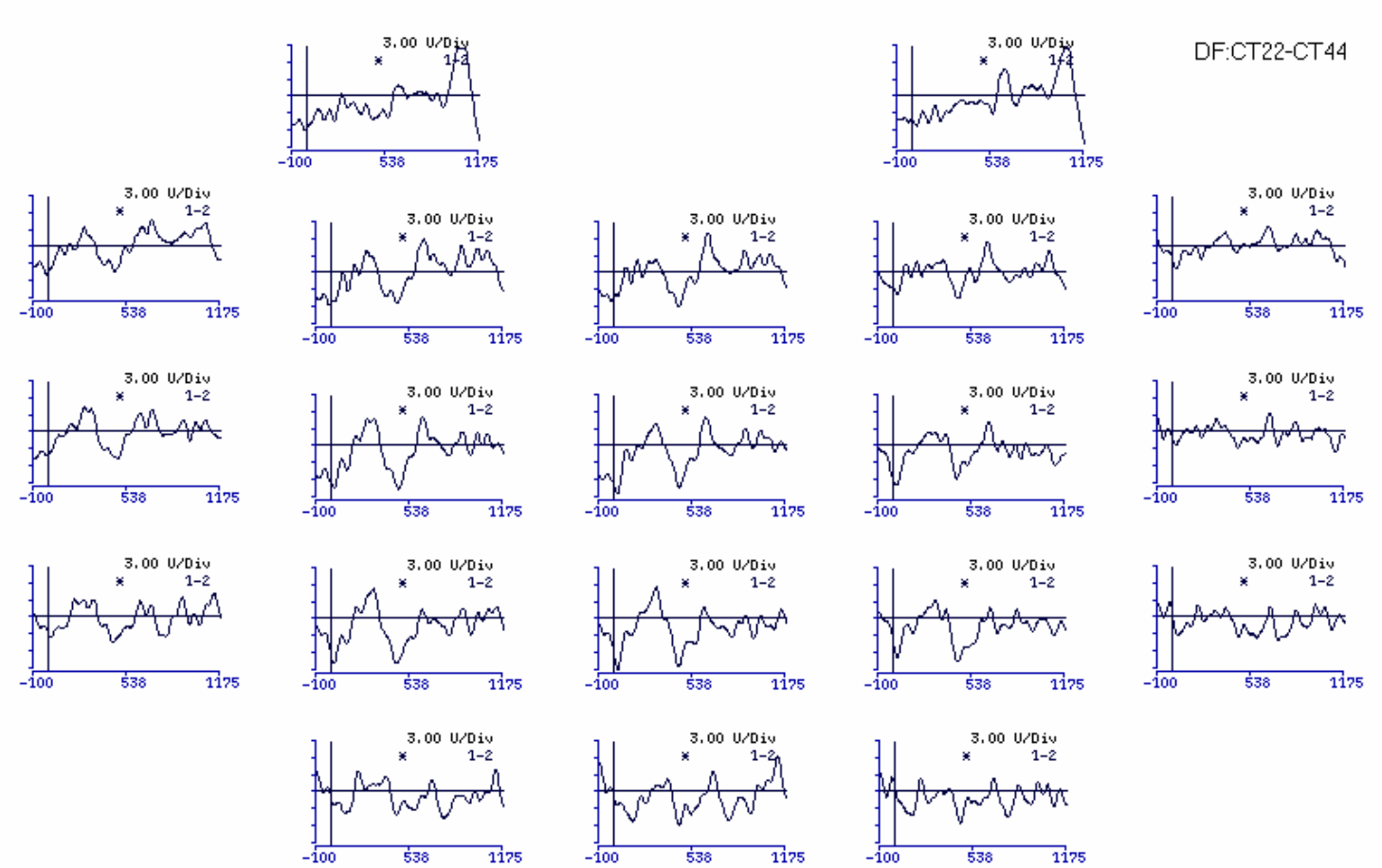


Fig. 3. Ondas Diferencia de la condición semántica (congruencia vs. incongruencia) en el grupo control. Positividad hacia arriba. Ventana 1280 ms. Preestímulo: 100 ms. Escala: 3 μv.

El ANDEVA indica que sí existen diferencias significativas en la amplitud entre las condiciones de congruencia e incongruencia ($F(1,33) = 4.48$, $p = 0.042$). Por otro lado, indica que no existen diferencias significativas entre las 6 derivaciones ($F(5,33) = 0.32$, $p = 0.895$) ni interacciones ($F(5,33) = 1.52$, $p = 0.211$).

B- EN EL GRUPO DE SORDOS

La Fig.. 4 muestra que en las derivaciones C3, P3, C4, P4, CZ y PZ la amplitud del N400 es mayor en la condición de incongruencia que en la de congruencia en este grupo, y la Fig. 5 muestra las ondas diferencia del comparativo de la actividad entre ambas condiciones, observándose en las mismas derivaciones la deflexión del N400..

COMPARATIVO GRUPO DE SORDOS CONGRUENCIA VS. INCONGRUENCIA SEMÁNTICA

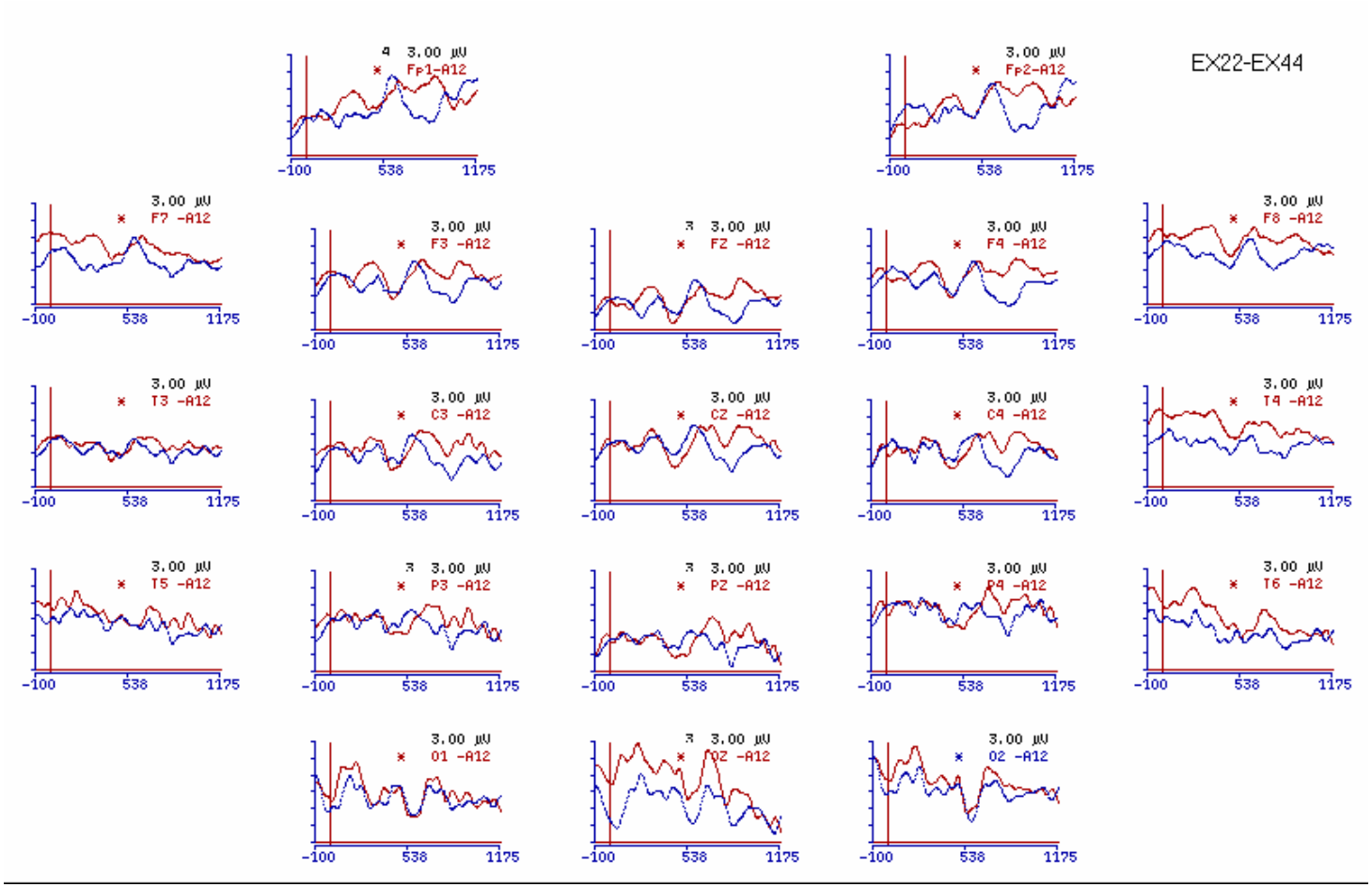


Fig. 4. Comparativo grupo de sordos. Rojo: incongruencia semántica, Azul: congruencia. Positividad hacia arriba. Ventana 1280 ms. Preestímulo: 100 ms. Escala: 3 µv.

ONDAS DIFERENCIA GRUPO DE SORDOS. CONGRUENCIA E INCONGRUENCIA SEMANTICA

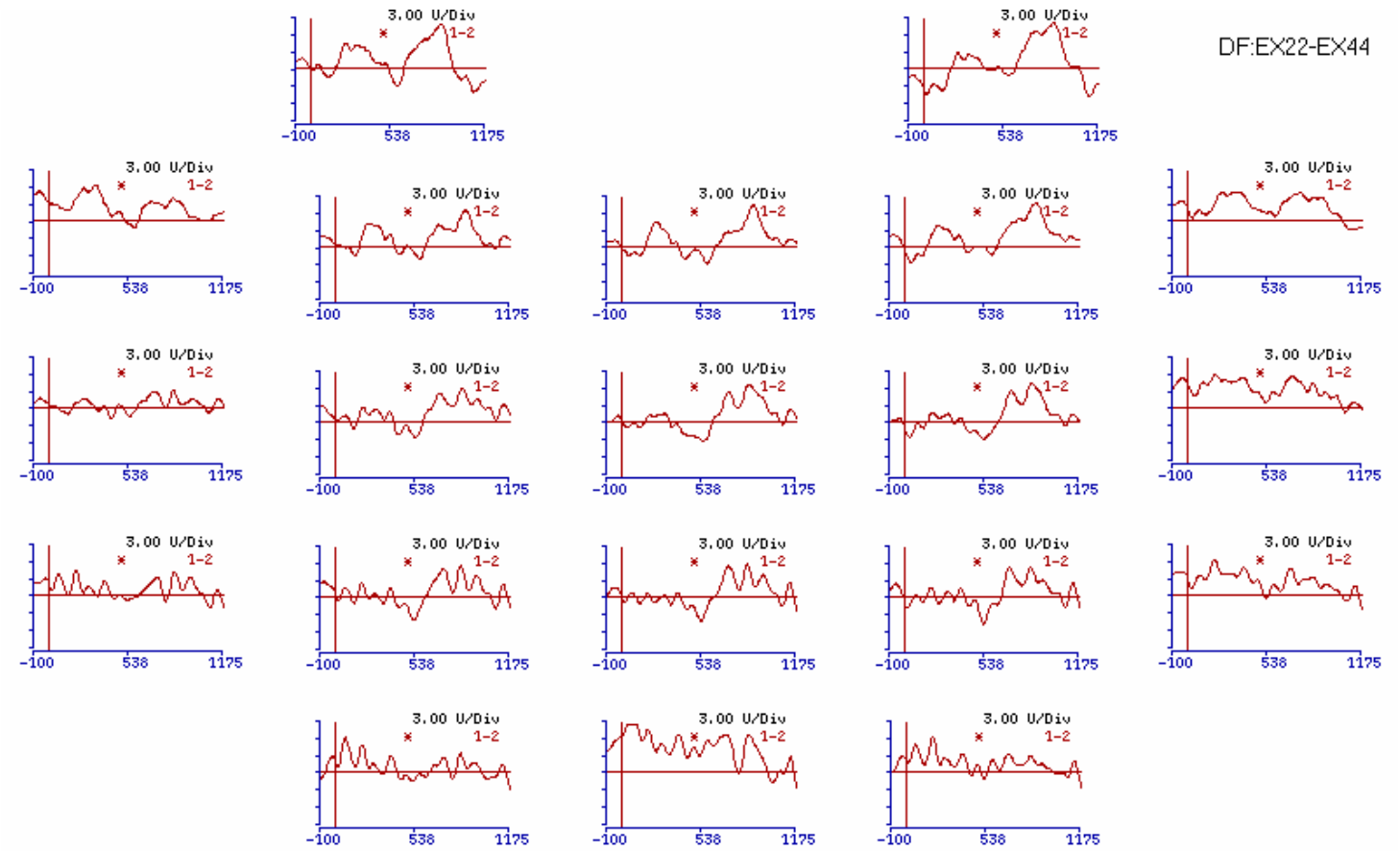


Fig. 5. Ondas diferencia del grupo de sordos en la condición semántica (congruencia vs. Incongruencia). Positividad hacia arriba. Ventana 1280 ms. Preestímulo: 100 ms. Escala: 3 µv.

El ANDEVA indica que sí existen diferencias significativas en la amplitud entre las condiciones de congruencia e incongruencia ($F(1,55) = 13.77$, $p < 0.001$). Por otro lado, indica que no existen diferencias significativas entre las 6 derivaciones ($F(5,55) = 0.46$, $p = 0.802$) ni interacciones ($F(5,55) = 0.09$, $p = 0.993$).

C- DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS

El análisis comparativo entre los grupos (control y de sordos), también considerando las 6 derivaciones (C3, P3, C4, P4, CZ y PZ), se ilustra en la Fig. 6, donde se observa que no existen diferencias significativas de amplitud entre los grupos. El análisis con el estadístico T de Student para muestras de diferente tamaño confirma lo anterior (T Calculada = 14.78, T de tablas = 2.306).

COMPARATIVO ENTRE GRUPOS PARA LA INCONGRUENCIA SEMANTICA

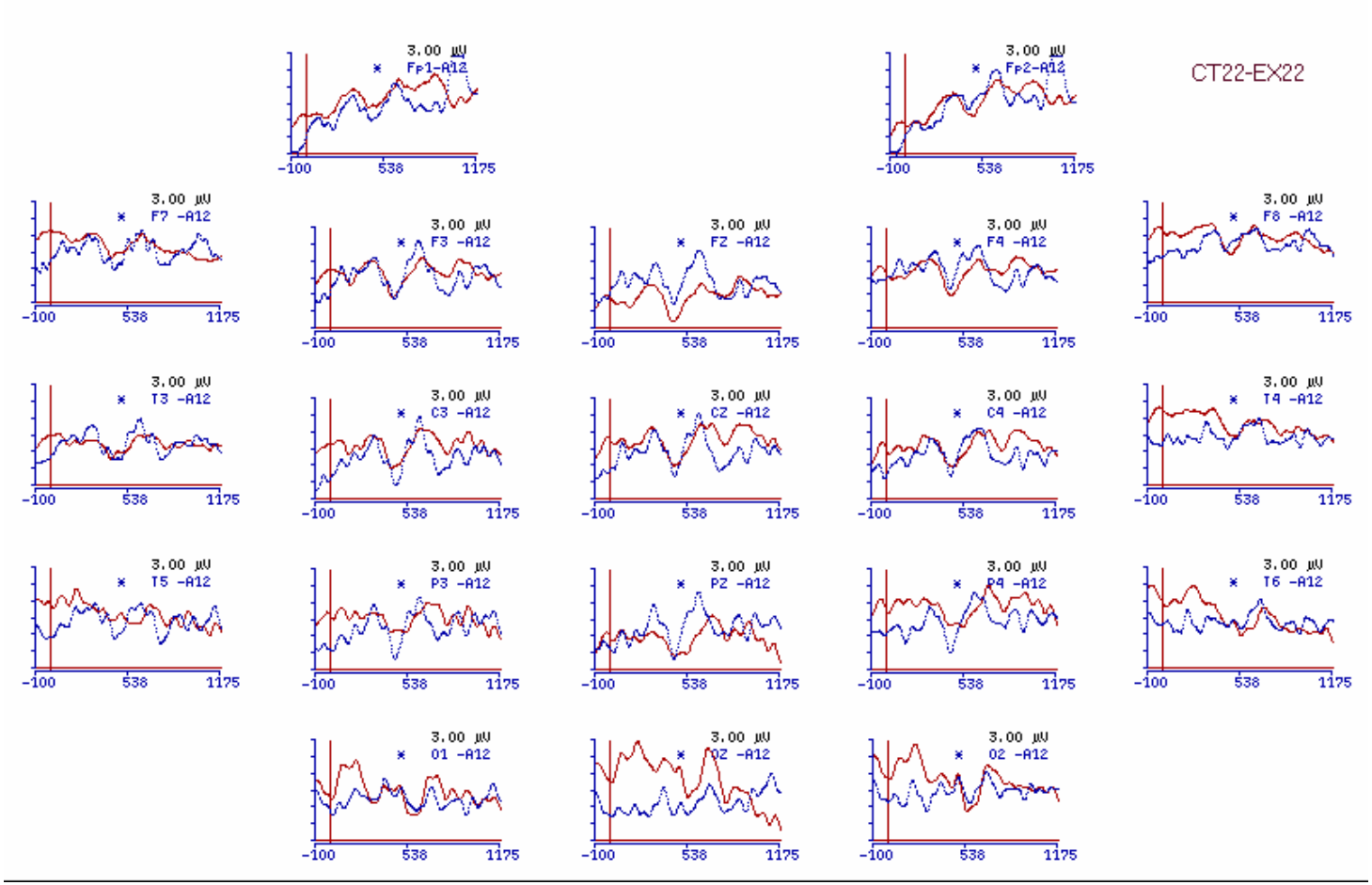


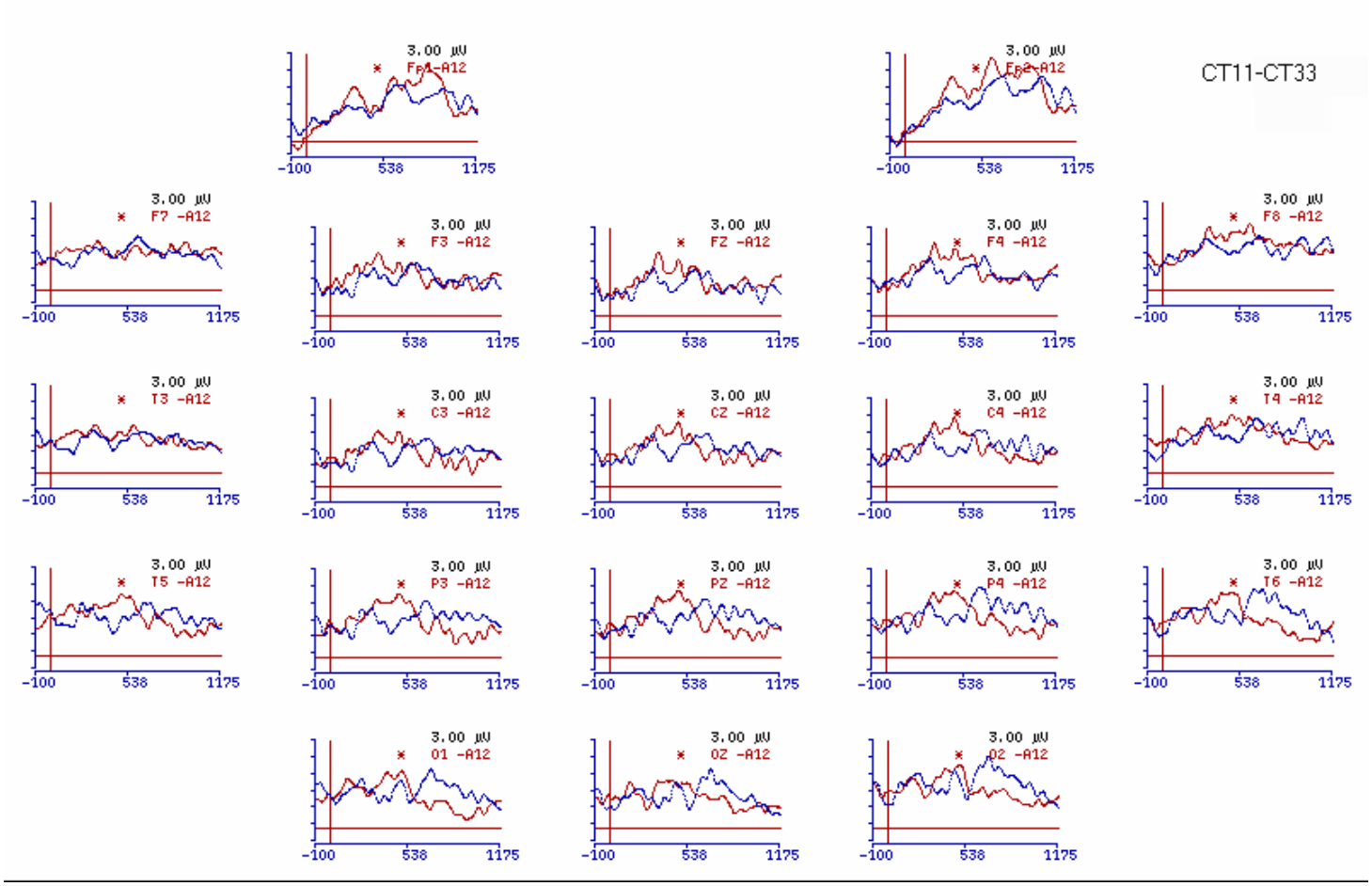
Fig. 6. Comparativo entre grupos bajo la condición de incongruencia semántica. Rojo: Grupo de sordos. Azul: Grupo control. Positividad arriba. Ventana 1280 ms. Preestímulo: 100 ms. Escala: 3 µv.

2- DIFERENCIAS ENTRE CONGRUENCIA E INCONGRUENCIA SINTACTICA

A.- EN EL GRUPO CONTROL

La Fig. 7 muestra el comparativo de la actividad electrocortical en este grupo, bajo las condiciones de congruencia e incongruencia semántica, observándose que en las 6 derivaciones seleccionadas la amplitud es mayor con una positividad a los 470 ms y la Fig.. 8 muestra las ondas diferencia del comparativo de la actividad entre ambas condiciones, destacándose la deflexión positiva mencionada, y siendo ésta más notoria en PZ.

COMPARATIVO GRUPO CONTROL. CONGRUENCIA VS. INCONGRUENCIA SINTACTICA



.

Fig. 7. Comparativo Grupo Control. Rojo: incongruencia sintáctica. Azul: congruencia. Positividad hacia arriba. Ventana 1280 ms. Preestímulo: 100 ms. Escala: 3 µv.

ONDAS DIFERENCIA. GRUPO CONTROL. CONGRUENCIA VS. INCONGRUENCIA SINTACTICA

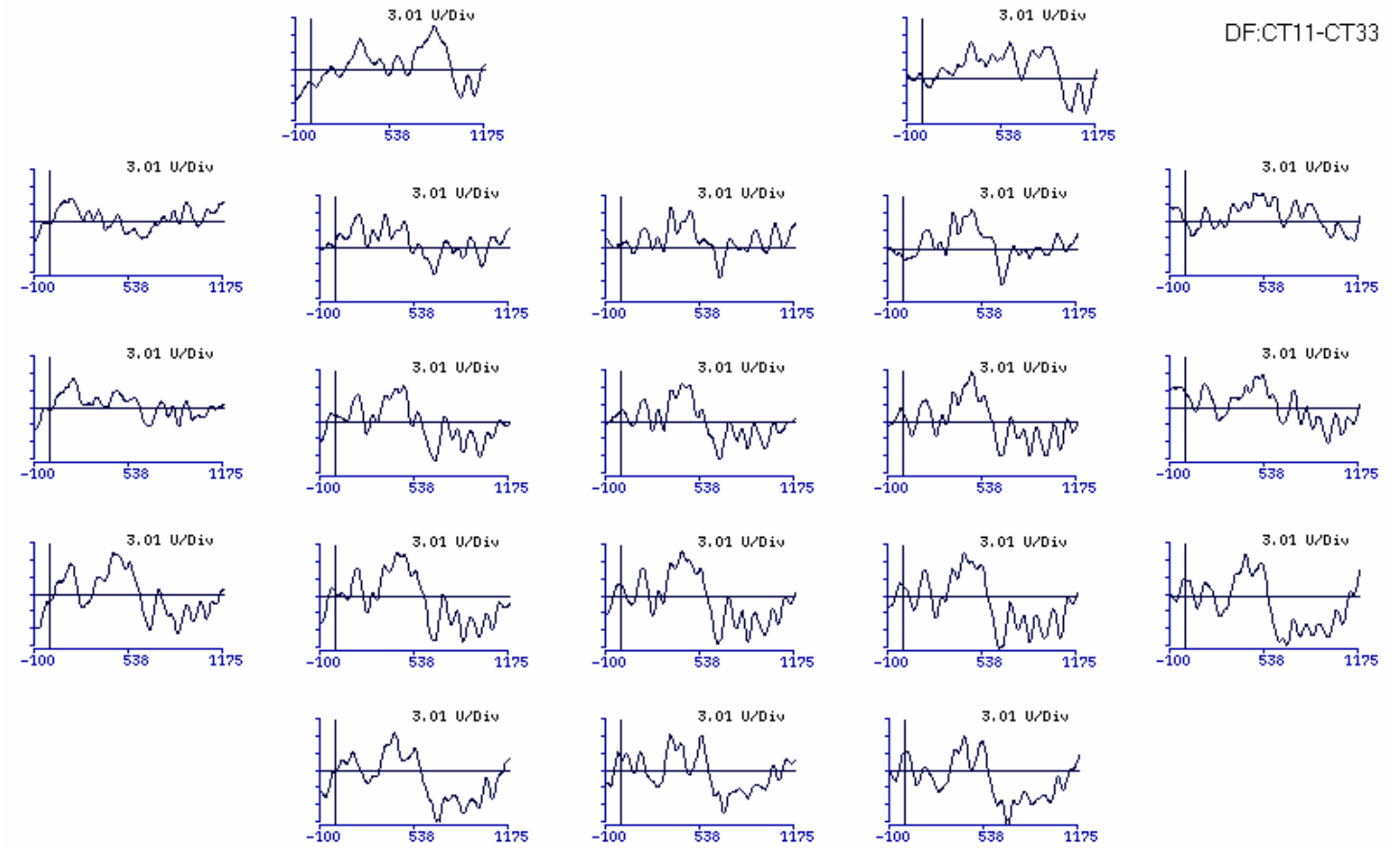


Fig. 8. Ondas Diferencia de la condición sintáctica (congruencia vs. incongruencia) en el grupo control. Positividad hacia arriba. Ventana 1280 ms. Preestímulo: 100 ms. Escala: 3 µv.

Los resultados del ANDEVA, en este caso, indican que sí existen diferencias significativas en la amplitud entre las condiciones de congruencia e incongruencia ($F(1,33) = 18.44$, $p < 0.001$). Por otro lado, indica que no existen diferencias significativas entre las 6 derivaciones ($F(5,33) = 0.34$, $p = 0.882$) ni interacciones ($F(5,33) = 0.19$, $p = 0.962$).

B- EN EL GRUPO DE SORDOS

La Fig. 9 muestra el comparativo de la actividad cerebral bajo las condiciones de congruencia e incongruencia semántica del grupo de sordos, y la Fig. 10 ilustra las ondas diferencia del comparativo de la actividad entre ambas condiciones. En ambas ilustraciones se observa que en las 6 derivaciones consideradas, la amplitud es mayor con una deflexión positiva a los 440 ms.

COMPARATIVO GRUPO DE SORDOS CONGRUENCIA VS INCONGRUENCIA SINTACTICA

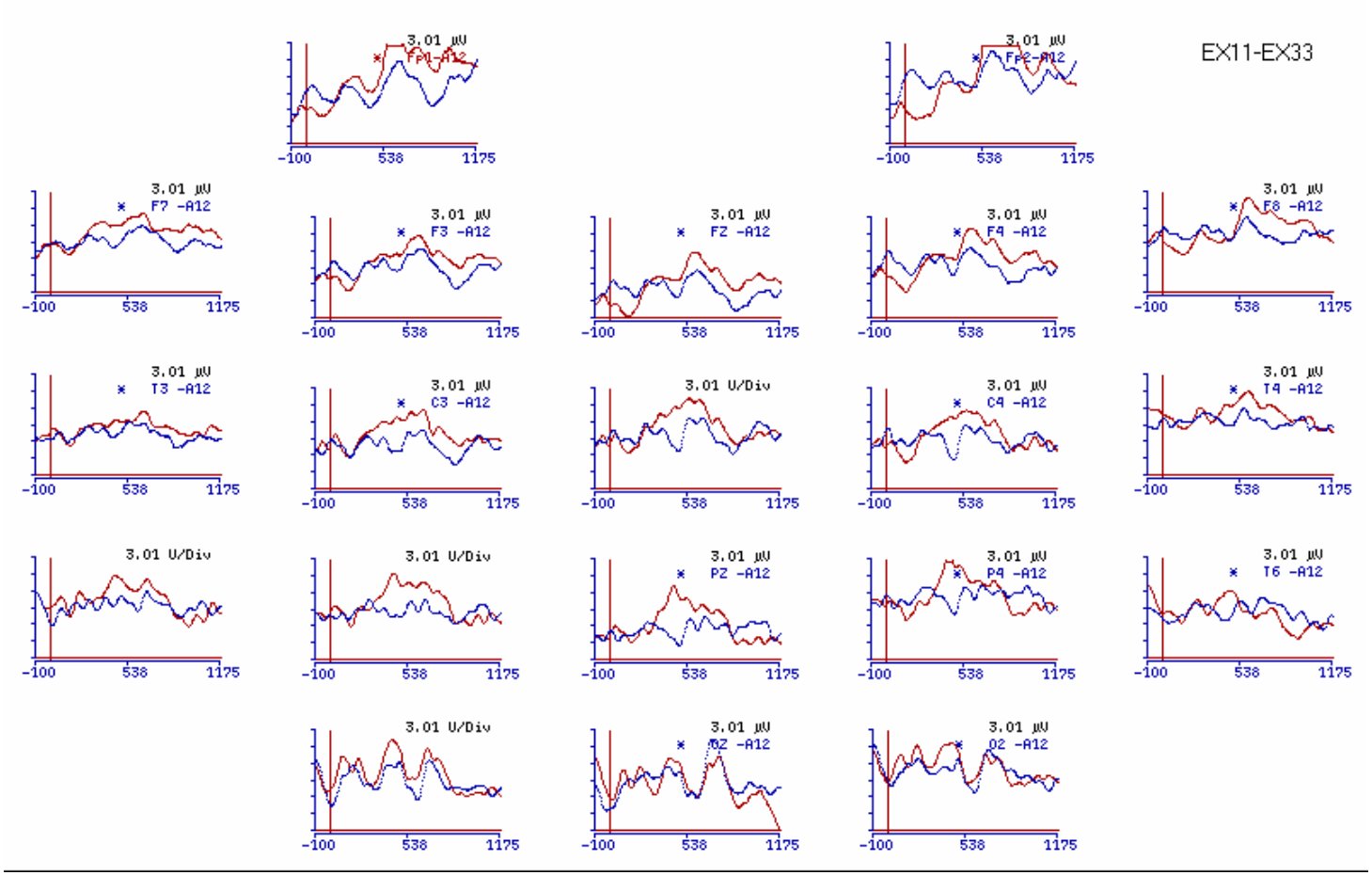


Fig. 9. Comparativo grupo de sordos. Rojo: incongruencia sintáctica Azul: congruencia sintáctica. Positividad hacia arriba. Ventana 1280 ms. Preestímulo: 100 ms. Escala: 3 µv.

ONDAS DIFERENCIA GRUPO DE SORDOS. CONGRUENCIA VS INCONGRUENCIA SINTACTICA

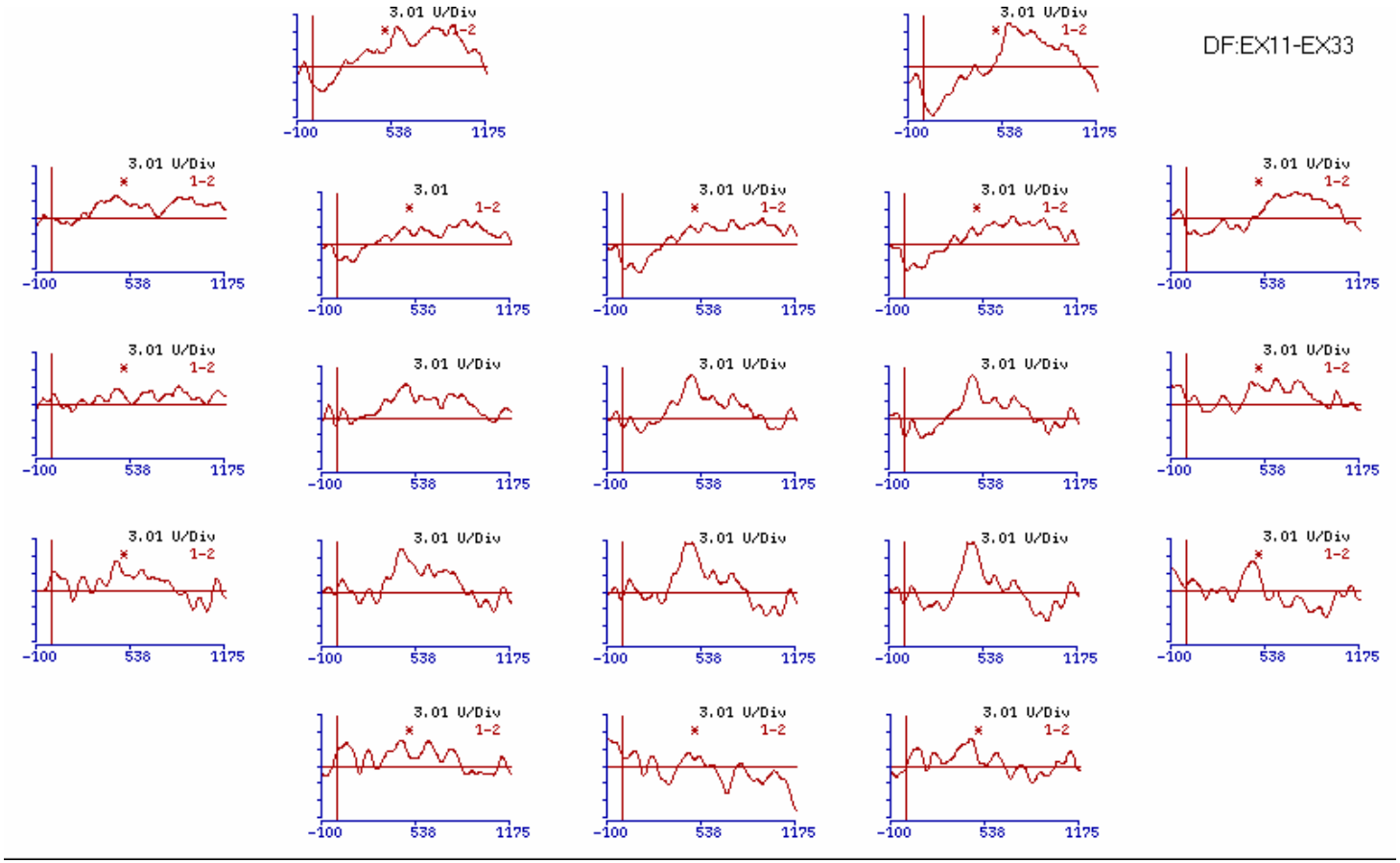


Fig. 10. Ondas diferencia del grupo de sordos en la condición sintáctica (congruencia vs. Incongruencia), Positividad hacia arriba. Ventana 1280 ms. Preestímulo: 100 ms. Escala: 3 µv.

El ANDEVA indica que sí existen diferencias significativas en la amplitud entre las condiciones de congruencia e incongruencia ($F(1,55) = 84.04$, $p < 0.001$). Por otro lado, indica que no existen diferencias significativas entre las 6 derivaciones ($F(5,55) = 0.81$, $p = 0.546$) ni interacciones ($F(5,55) = 0.55$, $p = 0.740$).

D- DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS

El análisis comparativo entre los grupos, también considerando las 6 derivaciones, se ilustra en la Fig. 11. Se observa que en dichas derivaciones hay diferencias entre la amplitud del grupo de sordos y la del grupo control, siendo mayor en el caso de los sordos. La prueba con el estadístico T de Student para muestras de diferente tamaño confirma diferencias significativas en la amplitud (T Calculada = -2.53, T de tablas = 2.306).

COMPARATIVO ENTRE GRUPOS PARA LA INCONGRUENCIA SINTACTICA

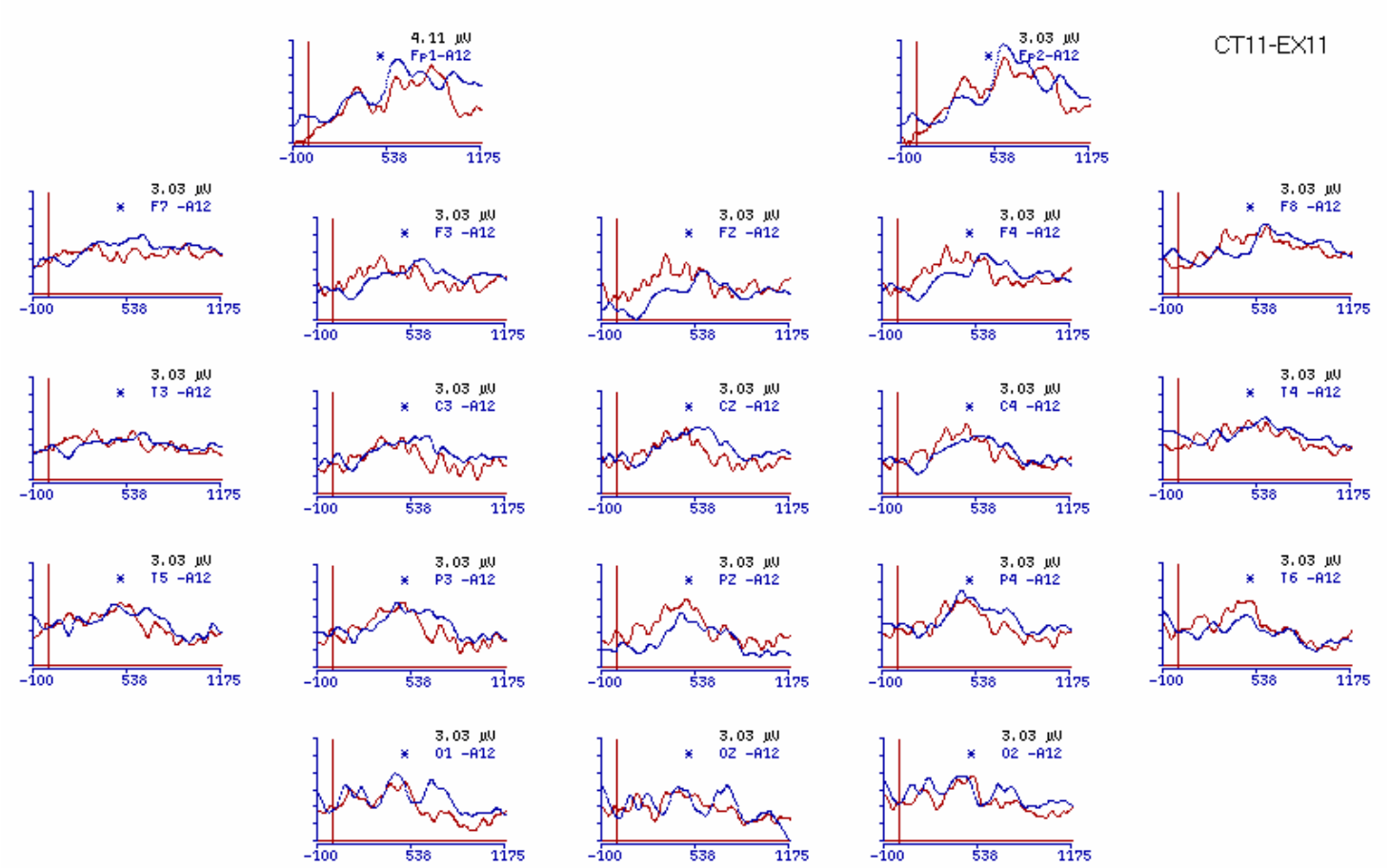


Fig. 11. Comparativo entre grupos bajo la condición de incongruencia sintáctica. Rojo: grupo de sordos (sordos). Azul: Grupo Control. Positividad arriba. Ventana 1280 ms. Preestímulo: 100 ms. Escala: 3 µv.

DISCUSION

PRE EN CONDICIONES DE CONGRUENCIA E INCONGRUENCIA SEMÁNTICA EN EL GRUPO CONTROL

Siguiendo el modelo sugerido por Rugg y Coles (1996), se procedió a hacer un análisis inferencial de la actividad eléctrica relacionada a las diferentes condiciones de estímulo. Para ello se siguieron los siguientes pasos:

1- Del comparativo de los grandes promedios para congruencia e incongruencia semántica del grupo control se puede inferir que las dos condiciones tienen diferente efecto sobre los PRE, ya que a la vista resulta evidente que la condición de congruencia generó ondas que se diferenciaban en la amplitud de las de la condición de incongruencia.

2- Siguiendo el procedimiento sugerido por Rugg y Coles, asumimos que los PRE representan alguna faceta de la actividad neuronal, y por otro, que los procesos cognitivos se manifiestan en dicha actividad, por lo que podemos inferir que el procesamiento cognitivo asociado a las dos condiciones es diferente de alguna manera.

3- La inspección visual muestra que la latencia de las ondas por las diferentes condiciones varía. De ello podemos inferir que el tiempo de procesamiento entre las dos condiciones difiere.

4- Analizando por separado las ondas generadas por la condición de congruencia, y las de incongruencia, destaca que la condición de congruencia genera diferencias de latencia y de amplitud en las diferentes derivaciones. Lo mismo sucede en la condición de incongruencia. Estas diferencias, permiten inferir que las dos condiciones involucran procesos neuronales funcionales no equivalentes, tanto entre condiciones como intra condiciones.

5- Refieren Rugg y Coles (1996) que si nosotros conocemos el proceso cognitivo que se manifiesta en determinado pico positivo o negativo, entonces podemos inferir que las dos condiciones difieren con respecto a dicho proceso. Parafraseando a Osterhout (1996), diríamos que si junto con una incongruencia semántica co-ocurre una deflexión negativa entre los 250 y los 800 ms. entonces tenemos un componente N400. Con base en lo anterior, podemos inferir que en el grupo control se presentó un Potencial N400 clásico, con distribución bilateral, más notorio en P4 a los 435 ms.

PRE EN LAS CONDICIONES DE CONGRUENCIA E INCONGRUENCIA SEMÁNTICA EN LOS SUJETOS SORDOS.

Un análisis inferencial similar, realizado por comparativo de las ondas graficadas a partir de los grandes promedios de los sujetos sordos, para las condiciones de congruencia e incongruencia semántica nos lleva a resultados inferenciales similares, es decir: a) las ondas generadas por la condición congruencia son diferentes en amplitud que las de la condición incongruencia, b) sugiriendo procesos cognitivos diferentes, c) con tiempos diferentes de procesamiento cognitivo, d) las diferencias de amplitud y latencia en la topografía sugieren diferencias de procesamiento funcional tanto inter como intra-condición, y e) los resultados sugieren que hemos encontrado un N400 clásico asociado a la incongruencia semántica, con distribución bilateral, más notorio en P4 a los 425 ms.

PRE PARA LAS CONDICIONES DE CONGRUENCIA E INCONGRUENCIA SINTACTICA EN EL GRUPO CONTROL.

Se llevó a cabo también un análisis inferencial para las condiciones sintácticas. De dicho análisis destacan los siguientes puntos:

1- Del comparativo de los grandes promedios para congruencia e incongruencia sintáctica del Grupo Control se puede inferir que las dos condiciones tienen diferente efecto sobre los PRE, ya que a la vista resulta evidente que las ondas generadas por la condición congruencia son diferentes a las generadas por la condición de incongruencia.

2- Con base en los resultados podemos inferir que el procesamiento cognitivo asociado a las dos condiciones es diferente de alguna manera.

3- Basándonos en las latencias, podemos inferir que el tiempo de procesamiento entre las dos condiciones difiere en el tiempo de procesamiento.

4- Analizando por separado las ondas generadas por la condición de congruencia, y las de incongruencia, destaca que la condición congruencia sintáctica genera diferentes latencias y diferentes amplitudes en las diferentes derivaciones del mismo grupo. Lo mismo sucede bajo la condición de incongruencia sintáctica. Estas diferencias, permiten inferir que las dos condiciones involucran procesos neuronales funcionales no equivalentes tanto entre condiciones como intra condiciones.

5- Basándonos en la certeza de la co-ocurrencia de una incongruencia sintáctica como estímulo, y un pico positivo (Osterhout y Holcomb, 1996) inferimos que los resultados sugieren la existencia de un potencial P600 clásico, con distribución bilateral, más notorio en PZ a los 470 ms. Lo cual confirma nuestra hipótesis de que el P600 en LMS tendría una latencia inferior a la encontrada en los estudios con los normoyentes.

PRE PARA CONGRUENCIA E INCONGRUENCIA SINTACTICAS EN LOS SORDOS

Así mismo, se realizó un análisis inferencial para la condición sintáctica en los sujetos sordos. Los resultados nos llevan a inferencias similares, es decir: las ondas de la condición congruencia difieren de las de la condición incongruencia (mayor amplitud en el caso de la incongruencia), sugiriendo procesos cognitivos diferentes, y diferencias de procesamiento funcional tanto entre derivaciones como entre condiciones. Con base en ello, creemos que los resultados sugieren un P600 con latencias inferiores al encontrado en los normoyentes asociado a la incongruencia sintáctica, con distribución bilateral, más acusada esta última en los sordos y más notoria en este tipo de sujetos en PZ a los 440 ms.

Comprobadas las diferencias que acabamos de anotar, y que además están en la descripción de nuestras hipótesis, nos restaría el tratar de explicarlas. Para ello necesitamos acudir a nuestro marco teórico. Si consideramos que el lenguaje es una característica evolutiva diferencial del ser humano que surge, se desarrolla y se sostiene mediante bucles de retroalimentación circular en el seno de los conglomerados sociales, ya que como dice Humberto Maturana, "el mecanismo fundamental de interacción en el operar de los sistemas sociales humanos es el lenguaje" tendremos que aceptar que existe una relación recíproca entre las funciones del lenguaje y la comunidad social donde dicho lenguaje es utilizado, de tal manera que un cambio en cualquiera de ellos generará un cambio en el otro (Maturana, 1995).

De las 8 funciones Lingüísticas (6 propuestas por Jakobson y 2 añadidas por Alcaraz), nosotros hemos tomado dos para estudiarlas mediante sus correlatos electrofisiológicos entre sujetos que conforman la comunidad sociolingüística de sordos en México: La función referencial y la función relacional del Lenguaje Mexicano de Señas. La función referencial está directamente vinculada a los significados (semántica), mientras que la función relacional está más directamente asociada con la estructura gramatical (sintaxis) tanto del lenguaje oral y escrito como del lenguaje de señas. Sin embargo, debemos reconocer que existen diferentes modelos explicativos de la organización sintáctica. Es por ello, que para el abordaje de nuestra tarea, hicimos una somera revisión de los principales modelos (el análisis inmediato de constituyentes de Bloomfield, las cadenas de Markov, las gramáticas de estructura de frase, la gramática generativa de Chomsky, las Gramáticas Pivote, así como de otros modelos). De los modelos revisados, nosotros creemos que el de las Cadenas de Markov, modificado como lo hace Alcaraz (1980), para permitir determinantes provenientes del contexto y originados por el interlocutor, es el que mejor explica la forma como se organiza, estructura y genera el lenguaje de señas, ya que conforme se va generando una frase en lenguaje de señas, al mismo tiempo se va generando y delimitando el resto de la frase misma, restringida por las palabras antecedentes ya expresadas. Las Cadenas de Markov se establecen en forma progresiva en la ontogénesis como lo demuestra la fase de dos palabras del aprendizaje del lenguaje en las que las llamadas palabras pivote, con una posición fija dentro de la frase, son utilizadas como núcleo a partir del cual se forman nuevas asociaciones, demarcándose así ciertos campos probabilísticos. El modelo de las cadenas de Markov queda, por otra parte, en cierta

manera, fundamentado con los hallazgos electrofisiológicos de la aparición de las ondas N400 y P600 ante las incongruencias o sea ante rupturas de los campos probabilísticos.

Empero el análisis en función de las cadenas de Markov no es insuficiente para dar cuenta de nuestros resultados por lo que también es necesario que nos apoyemos en algunos aspectos del desarrollo biológico del lenguaje, siendo una referencia obligada la del período crítico para su adquisición.

En investigaciones previas con sordos se ha argumentado que, al igual que en el lenguaje oral, la capacidad lingüística de los sujetos adultos depende de la calidad y cantidad de estimulación lingüística, pero sobre todo de la oportunidad de dicha estimulación; entendiendo como oportunidad el hecho de que ésta le sea proporcionada al niño antes de la pubertad, y más específicamente antes de los 5 años de edad. De hecho, una de las especulaciones que hemos manejado es que el habla de "tipo telegráfico" característica del Lenguaje de Señas pudiera deberse a un estancamiento en el desarrollo lingüístico de los sujetos, en una de las etapas del desarrollo que precisamente lleva ese nombre (etapa de lenguaje telegráfico, entre los 2 y 3 años de edad). Es por ello que además, el diseño experimental previó el que tanto los sujetos sordos como los sujetos control (normoyentes) hubiesen aprendido Lenguaje Mexicano de Señas antes de los 5 años de edad.

Aunque en investigaciones de Donna Jackson se ha demostrado que el Lenguaje Mexicano de Señas reúne todas las características necesarias para ser considerado un lenguaje, al igual que los lenguajes orales y otros lenguajes de señas del mundo, pues consta de unidades gramaticales, morfemas y un equivalente de los fonemas, entre otros, sin embargo, es necesario hacer énfasis en una diferencia significativa entre los lenguajes orales y los lenguajes de señas. Esta es que los lenguajes orales son más secuenciales que espaciales mientras que los lenguajes de señas son más espaciales que secuenciales, pues se rigen por patrones multi-dimensionales que son expresados simultáneamente en los signos (un signo puede representar dos o más palabras, e incluso una oración completa).

Nuestros resultados mostraron un potencial clásico N400 con distribución bilateral, más notorio en hemisferio derecho, y muy diferenciado en P4 tanto en el caso de los sujetos control como en el de los sordos ante las incongruencias semánticas. Esto replica investigaciones previas de Kutas y Hillyard (1983) y de Neville (1991).

Descubrimos sin embargo que en los sordos, incluso las frases congruentes producen claros N400, aunque de menor amplitud que en las incongruentes. Esto quizá significaría que en el eje paradigmático del lenguaje de señas los campos asociativos no se encuentran tan fuertemente consolidados como en el lenguaje oral o quizá que, como mencionan Kutas y Hillyard (1984), la palabra de cierre de la frase congruente frustra las expectativas del sujeto evocando el N400. El hecho de que en los normoyentes que aprendieron tempranamente el lenguaje de señas no aparezca N400 frente a las frases congruentes, puede a su vez deberse a que fueron ayudados para consolidar los campos asociativos por su aprendizaje del lenguaje oral.

Las frases sintácticamente incongruentes generaron un potencial P600 con distribución bilateral, y muy diferenciado en PZ, en los sujetos control, y en los sujetos sordos en la

región central, más diferenciado en PZ y con mayor distribución bilateral que en el caso de los controles. De acuerdo con las hipótesis formuladas, fue posible observar que dicho componente se presentó con latencias inferiores (470 ms para el grupo control y 440 para el grupo de sordos). Tales resultados podrán tal vez explicarse por lo siguiente:

Dado que en la función relacional, las secuencias del lenguaje hablado se llevan a cabo en el dominio temporal es previsible que el descubrimiento por el oyente de las incongruencias sintácticas tenga lugar con latencias mayores, mientras que en virtud de que el lenguaje de señas se desarrolla en el dominio espacial y de ese modo se produce una especie de colapso en el tiempo de la expresión lingüística, al presentarse el conjunto de signos asociados con cierta simultaneidad, es también de esperarse que los potenciales que originan las incongruencias de tipo sintáctico tengan una latencia menor. La comprobación de nuestra hipótesis nos hace ver que efectivamente estábamos en lo cierto en nuestro análisis del lenguaje de señas pues la latencia de P600 fue menor.

Los planteamientos teóricos presentados al principio de este trabajo, también permiten explicar otro de nuestros resultados, el que se refiere a la forma de participación de las estructuras cerebrales, ya que al estar compuesto el lenguaje de señas, por elementos que son producidos por el signante con las diversas partes de su cuerpo, y al ser estos elementos captados visualmente, es igualmente previsible un cambio en la topografía de los potenciales. Lo anterior fue comprobado para el caso de la N400 al haber encontrado nosotros una activación en P4 en los sordos ante estímulos en LMS, que difiere de lo encontrado por Neville (1997) también en sordos, pero con Lenguaje Americano de Señas, más cargada hacia las regiones temporales (T6). Tal vez por el hecho de que la forma de signar en LMS difiere de la forma de signar en ASL. Por otro lado, si consideramos que la función relacional implica determinaciones de lugares en el espacio para situar a los referentes y esa ubicación se determina en LMS con signos corporales, es igualmente previsible que la topografía del P600, esté en relación con lo anterior y además venga a ser otra demostración del planteamiento hecho por Alcaraz (1994) de que las palabras función hacen referencia a operaciones manipulativas en el ambiente que en LMS se manifiestan en forma casi icónica, de ahí que involucren en la comprensión del lenguaje más a las regiones posteriores del cerebro, en uno y otro hemisferio. Así, nosotros descubrimos que P600 en los sordos tiene una expresión más bilateral, la cual nosotros atribuimos al hecho de que las zonas parietales de uno y otro hemisferio tienen un involucramiento mayor que en el caso de los normoyentes. En estos últimos, en la producción y en la recepción del lenguaje hay sobre todo una organización secuencial en la que las zonas premotoras y el área de Broca intervienen en mayor medida, mientras como lo acabamos de decir, en la producción y recepción del lenguaje de señas por parte de los sordos llegan aferencias de ambos miembros superiores.

Para terminar consideramos importante también el hacer las siguientes observaciones sobre el diseño experimental y los resultados obtenidos.

1-OBSERVACIONES SOBRE EL DISEÑO METODOLOGICO

A- El rango de edad de los sujetos sordos corre de los 11 a los 15 años. Investigaciones previas como las de Harmony (1989) nos llevan a considerar que la latencia puede estar

influenciada por la edad de los sujetos (más tardía a menor edad). Por lo anterior, se procuró aparear a cada sujeto del grupo control con un sujeto del grupo de sordos, con base en la edad, de tal forma que las variaciones de la edad estuvieran replicadas en ambos grupos.

B- Se podría pensar que el número de 6 sujetos sordos de la muestra es un número muy reducido. Este argumento debe matizarse con la consideración de que por necesidad, las características del diseño hacen que la muestra sea muy atípica y por tanto sea muy difícil encontrar sujetos que puedan incluirse en ella (infantes o adolescentes varones, sordos congénitos con pérdida auditiva mayor a 90 dB, diestros, de padres normoyentes, con C.I. igual o superior a término medio, sin alteraciones visuales no compensadas, sin historia de traumatismos craneoencefálicos ni de cuadros clínicos epileptoides, y con dominio suficiente del LMS cuyo aprendizaje se haya iniciado en edad aproximada de 5 años). De hecho, nosotros encontramos que de una población cautiva en un centro educativo que por sus características logra una concentración de niños sordos provenientes de varios Estados de la República, sólo el 20% logró reunir los requisitos de inclusión. Esto representaría el .02 % de la población total si consideramos que la sordera congénita tiene una incidencia del 10 % en la población general.

C- Lo mismo puede decirse respecto al número de 4 sujetos en el grupo control. Aquí debe tenerse en cuenta que el grado de dificultad para conformar la muestra fue todavía mayor dado que los criterios de inclusión fueron los de que estos sujetos debían ser apareados con los sujetos del grupo de sordos uno a uno con base a la edad; ser además normoyentes, varones, con dominio de LMS en virtud de haber iniciado su aprendizaje en edad aproximada de 5 años, diestros, con C.I. igual o superior a término medio, sin alteraciones visuales no compensables. y tener familiares de primer grado con sordera,

2-OBSERVACIONES SOBRE LOS RESULTADOS

A- Aprendizaje. Si los resultados estuvieran reflejando la detección y/o aprendizaje por parte de los sujetos del patrón de presentación de estímulos del diseño, no se encontrarían diferencias de actividad eléctrica cerebral para cada una de las cuatro condiciones, especialmente considerando que las cuatro condiciones tuvieron la misma frecuencia de repetición.

B- Con relación a la posibilidad de estar tomando como P600 un componente que por haberse presentado a los 440 o 470 ms. pudiera realmente corresponder a algún otro componente cuyo pico se presenta clásicamente en una latencia inferior a los 600 ms., seguimos el criterio de Osterhout y Holcomb que fueron quienes con base en sus investigaciones sobre anomalías sintácticas etiquetaron a este componente con el nombre de “P600” con que ahora se le conoce(Osterhout y Holcomb 1992). Estos autores establecieron un rango de latencia bastante amplio para determinar la aparición de P600 siendo el requisito básico por ellos establecido el que fuera una positividad que se presentara, invariablemente frente a las incongruencias sintácticas. Enseguida presentamos la cita textual de estos autores respecto a la definición del componente que ahora nos ocupa:

"Los eventos cognitivos específicos que subyacen al P600 no se conocen, y no existe evidencia de que el P600 sea una manifestación directa de la comprensión de la oración. Una posibilidad es que el P600 sea un miembro de la familia de ondas P300 que a menudo se observan después de un estímulo inesperado (cf. Donchin 1981). El punto aquí es que para que el P600 actúe como un marcador confiable de la anomalía sintáctica (y por tanto como una herramienta útil para probar ciertas teorías de la comprensión), todo lo que se necesita es la evidencia de que co-ocurrió confiablemente con la anomalía sintáctica" (Osterhout y Holcomb, *Op. Cit.*).

Hechas las acotaciones anteriores solo nos restaría añadir que en el experimento realizado por nosotros, existe la evidencia de la co-ocurrencia de un estímulo sintácticamente anómalo y un componente correlacionado.

CONCLUSIONES

En resumen, los resultados permiten concluir que se acepta la hipótesis de investigación, en cuanto a que los PRE son diferentes dependiendo de las 4 condiciones lingüísticas (congruencia e incongruencia semánticas, y congruencia e incongruencia sintácticas) en la recepción de Lenguaje Mexicano de Señas, pues tanto en los sujetos control como en los sordos, las frases semánticamente incongruentes en LMS generaron un potencial N400. En ambos grupos las frases sintácticamente incongruentes en LMS generaron un potencial P600, cuya latencia fue inferior al que se ha registrado en los sujetos normoyentes con lenguaje oral.

El hecho de que el N400 ante la incongruencia semántica surge en los sujetos control a los 435 ms. pero en los sujetos sordos a los 425 ms. parece sugerir que el procesamiento de los significados lingüísticos en LMS toma aproximadamente el mismo tiempo a los sujetos sordos que a los normoyentes. Los resultados en los sujetos sordos en N400 son congruentes con investigaciones previas de Neville aunque encontramos un N400 ante congruencia e incongruencia con un involucramiento mayor de la región parietal en los sordos.

En los sujetos control el procesamiento de lo sintáctico (470 ms.) toma mayor tiempo que el de lo semántico (435 ms.) en el LMS, lo cual guarda correspondencia con lo que ocurre en el lenguaje oral, en que también se generan latencias mayores para lo sintáctico que para lo semántico. En los sujetos sordos lo semántico es procesado en tiempos semejantes a lo sintáctico del LMS (440 ms. para lo sintáctico y 425 para lo semántico) probablemente por el hecho, como se ha demostrado en los trabajos realizados por Neville y cols. (1997), de que la sordera produce una reorganización cortical, lo que quizá facilite los procesos asociativos de la comprensión lingüística. Las diferencias en el tiempo de procesamiento sintáctico entre lenguaje oral y LMS es probable se deban a que la asignación de significado a la palabra hablada y la asociación entre las palabras de la frase, implican referirse tanto a los componentes visuales de los objetos a los que se designa, como a los componentes propioceptivos de la cadena de actos articulatorios del lenguaje hablado, mientras que en LMS la asignación de significado y la asociación entre signos estaría dada por asociaciones con predominancia principalmente visual.

Se requieren más investigaciones del mismo tipo que permitan confirmar o matizar los resultados anteriores.

ANEXOS

1- ESTIMULOS

Las frases están acomodadas en el orden secuencial en que fueron presentadas a los sujetos. El código que precede a cada frase indica el grupo de frases a que pertenece (A: incongruencia sintáctica, B: incongruencia semántica, C: congruencia sintáctica y D: congruencia semántica), y el número de frase (de 1 a 12) dentro de su grupo.

C1 TÚ ERES AMIGO
D1 TÚ COMES TORTILLAS
A1 TÚ ERES AMIGA
B1 TÚ ESCRIBES TORTILLAS
D2 TÚ BEBES AGUA
A2 TÚ ERES ESPOSA
B2 TÚ COMES AGUA
C2 TÚ ERES NIÑO
A3 TÚ ERES CUÑADA
B3 TÚ BEBES CARNE
C3 TÚ ERES ALUMNO
D3 TÚ COMES CARNE
B4 TÚ RESPIRAS TIERRA
A4 TÚ ERES NIÑA
C4 TÚ ERES NIETO
D4 TÚ RESPIRAS AIRE
A5 TÚ ERES ALUMNA
C5 TÚ ERES COMPAÑERO
D5 TÚ BARRES BASURA
B5 TÚ BARRES PERROS
C6 TÚ ERES HIJO
A6 TÚ ERES CONCUÑA
B6 TÚ VIVES PAN
D6 TÚ COMPRAS PAN
B7 TÚ LLORAS PLÁTANOS
C7 TÚ ERES HOMBRE
D7 TÚ QUIERES PLÁTANOS
A7 TÚ ERES NIETA
D8 TÚ VES BIEN
B8 TÚ ERES ÁRBOL
C8 TÚ ERES ESPOSO
A8 TÚ ERES COMPAÑERA
B9 TÚ CAMINAS PLANCHA
D9 TÚ CAMINAS RÁPIDO
A9 TÚ ERES HIJA
C9 TÚ ERES JOVEN
A10 TÚ ERES MUJER
D10 TÚ LEES LIBROS
B10 TÚ LEES ÁRBOLES
C10 TÚ ERES HERMANO
D11 TÚ SIENTES ALEGRÍA
C11 TÚ ERES DECENTE
A11 TÚ ERES ANCIANA
B11 TÚ SIENTES COCINA
C12 TÚ ERES EDUCADO
B12 TÚ PLANCHAS COMIDA
D12 TÚ ESTUDIAS MUCHO
A12 TÚ ERES BONITA
D2 TÚ BEBES AGUA
A2 TÚ ERES ESPOSA
B2 TÚ COMES AGUA
C2 TÚ ERES NIÑO
B4 TÚ RESPIRAS TIERRA
A4 TÚ ERES NIÑA
C4 TÚ ERES NIETO
D4 TÚ RESPIRAS AIRE
C6 TÚ ERES HIJO
A6 TÚ ERES CONCUÑA
B6 TÚ VIVES PAN
D6 TÚ COMPRAS PAN
D11 TÚ SIENTES ALEGRÍA
C11 TÚ ERES DECENTE
A11 TÚ ERES ANCIANA
B11 TÚ SIENTES COCINA
D8 TÚ VES BIEN
B8 TÚ ERES ÁRBOL
C8 TÚ ERES ESPOSO
A8 TÚ ERES COMPAÑERA
C1 TÚ ERES AMIGO
D1 TÚ COMES TORTILLAS
A1 TÚ ERES AMIGA
B1 TÚ ESCRIBES TORTILLAS
A3 TÚ ERES CUÑADA
B3 TÚ BEBES CARNE

C3 TÚ ERES ALUMNO
D3 TÚ COMES CARNE
A5 TÚ ERES ALUMNA
C5 TÚ ERES COMPAÑERO
D5 TÚ BARRES BASURA
B5 TÚ BARRES PERROS
A10 TÚ ERES MUJER
D10 TÚ LEES LIBROS
B10 TÚ LEES ÁRBOLES
C10 TÚ ERES HERMANO
B7 TÚ LLORAS PLÁTANOS
C7 TÚ ERES HOMBRE
D7 TÚ QUIERES PLÁTANOS
A7 TÚ ERES NIETA
C12 TÚ ERES EDUCADO
B12 TÚ PLANCHAS COMIDA
D12 TÚ ESTUDIAS MUCHO
A12 TÚ ERES BONITA
B9 TÚ CAMINAS PLANCHA
D9 TÚ CAMINAS RÁPIDO
A9 TÚ ERES HIJA
C9 TÚ ERES JOVEN
B4 TÚ RESPIRAS TIERRA
A4 TÚ ERES NIÑA
C4 TÚ ERES NIETO
D4 TÚ RESPIRAS AIRE
C1 TÚ ERES AMIGO
D1 TÚ COMES TORTILLAS
A1 TÚ ERES AMIGA
B1 TÚ ESCRIBES TORTILLAS
A10 TÚ ERES MUJER
D10 TÚ LEES LIBROS
B10 TÚ LEES ÁRBOLES
C10 TÚ ERES HERMANO
A3 TÚ ERES CUÑADA
B3 TÚ BEBES CARNE
C3 TÚ ERES ALUMNO
D3 TÚ COMES CARNE
B7 TÚ LLORAS PLÁTANOS
C7 TÚ ERES HOMBRE
D7 TÚ QUIERES PLÁTANOS
A7 TÚ ERES NIETA
D11 TÚ SIENTES ALEGRÍA
C11 TÚ ERES DECENTE
A11 TÚ ERES ANCIANA
B11 TÚ SIENTES COCINA
A5 TÚ ERES ALUMNA

C5 TÚ ERES COMPAÑERO
D5 TÚ BARRES BASURA
B5 TÚ BARRES PERROS
C6 TÚ ERES HIJO
A6 TÚ ERES CONCUÑA
B6 TÚ VIVES PAN
D6 TÚ COMPRAS PAN
B9 TÚ CAMINAS PLANCHA
D9 TÚ CAMINAS RÁPIDO
A9 TÚ ERES HIJA
C9 TÚ ERES JOVEN
D2 TÚ BEBES AGUA
A2 TÚ ERES ESPOSA
B2 TÚ COMES AGUA
C2 TÚ ERES NIÑO
D8 TÚ VES BIEN
B8 TÚ ERES ÁRBOL
C8 TÚ ERES ESPOSO
A8 TÚ ERES COMPAÑERA
C12 TÚ ERES EDUCADO
B12 TÚ PLANCHAS COMIDA
D12 TÚ ESTUDIAS MUCHO
A12 TÚ ERES BONITA
C1 TÚ ERES AMIGO
D1 TÚ COMES TORTILLAS
A1 TÚ ERES AMIGA
B1 TÚ ESCRIBES TORTILLAS
A3 TÚ ERES CUÑADA
B3 TÚ BEBES CARNE
C3 TÚ ERES ALUMNO
D3 TÚ COMES CARNE
B7 TÚ LLORAS PLÁTANOS
C7 TÚ ERES HOMBRE
D7 TÚ QUIERES PLÁTANOS
A7 TÚ ERES NIETA
D2 TÚ BEBES AGUA
A2 TÚ ERES ESPOSA
B2 TÚ COMES AGUA
C2 TÚ ERES NIÑO
D8 TÚ VES BIEN
B8 TÚ ERES ÁRBOL
C8 TÚ ERES ESPOSO
A8 TÚ ERES COMPAÑERA
B9 TÚ CAMINAS PLANCHA
D9 TÚ CAMINAS RÁPIDO
A9 TÚ ERES HIJA
C9 TÚ ERES JOVEN

B12 TÚ PLANCHAS COMIDA
C12 TÚ ERES EDUCADO
D12 TÚ ESTUDIAS MUCHO
A12 TÚ ERES BONITA
D11 TÚ SIENTES ALEGRÍA
C11 TÚ ERES DECENTE
A11 TÚ ERES ANCIANA
B11 TÚ SIENTES COCINA
A10 TÚ ERES MUJER
D10 TÚ LEES LIBROS
B10 TÚ LEES ÁRBOLES
C10 TÚ ERES HERMANO
B4 TÚ RESPIRAS TIERRA
A4 TÚ ERES NIÑA
C4 TÚ ERES NIETO
D4 TÚ RESPIRAS AIRE
A5 TÚ ERES ALUMNA
C5 TÚ ERES COMPAÑERO
D5 TÚ BARRES BASURA
B5 TÚ BARRES PERROS
C6 TÚ ERES HIJO
A6 TÚ ERES CONCUÑA
B6 TÚ VIVES PAN
D6 TÚ COMPRAS PAN

2.- CONTRATO DE PARTICIPACION

CONTRATO DE PARTICIPACION
en el Proyecto de Investigación:

"CORRELATOS NEUROFISIOLOGICOS DEL LENGUAJE MEXICANO DE SEÑAS EN NIÑOS CON SORDERA"

que celebran por una parte el Psicólogo RICARDO NUÑO CAZARES, quien en adelante y para fines de este contrato se denominará "EL INVESTIGADOR", y por la otra _____quien en adelante y para los fines de este contrato se denominará "EL PARTICIPANTE".

EL INVESTIGADOR SE COMPROMETE A:

1- Respetar sin discriminación de raza, sexo, nacionalidad, edad, posición social o de cualquier otra forma, la integridad del PARTICIPANTE, sus ideas políticas, religiosas y su vida privada, absteniéndose de utilizar cualquier medio a su alcance para obtener ventajas o beneficios personales ilegítimos, pero conservando al mismo tiempo su dignidad personal y profesional.

2- Guardar el secreto profesional, respecto a la información a que tenga acceso en virtud de este contrato, conforme a las leyes civiles y penales vigentes, absteniéndose de cualquier forma de exhibición de información gráfica, audible o visual que comprometa al PARTICIPANTE excepto para fines científicos, y conservando en lo posible el anonimato del PARTICIPANTE.

3- Comunicar las conclusiones de diagnóstico y terapia al PARTICIPANTE, al PARTICIPANTE, o a ambos, según lo considere conveniente o necesario. Absteniéndose de hacerlo cuando dicha información pudiera alterar los resultados, en cuyo caso, lo hará lo mas pronto posible, justificando además el porque de dicha medida.

4- Abstenerse de aceptar la colaboración del PARTICIPANTE en el momento en que considere que las circunstancias no sean favorables a los objetivos de este proyecto de investigación, teniendo siempre en mente evitar cualquier perjuicio al PARTICIPANTE; para lo cual informará a éste oportunamente, sin menoscabo entregarle los honorarios pactados que hasta ese momento haya devengado.

5- Hacer lo que esté a su alcance para lograr los objetivos terapéuticos en el menor tiempo posible, evitando cualquier posible daño físico, mental o emocional al PARTICIPANTE.

EL PARTICIPANTE

6- Tendrá la absoluta libertad de suspender este contrato en cualquier momento que así lo desee, sin otra responsabilidad que informar oportunamente al investigador.

7- Tendrá derecho a estar informado de las molestias, riesgos y beneficios que podrá esperar de su participación en el proyecto de investigación, excepto cuando dicha información pudiera alterar los resultados; en cuyo caso, recibirá tan pronto como sea posible dicha información, así como la justificación de dicha medida.

8- Autoriza al Investigador a utilizar las técnicas y herramientas necesarias a los fines de esta Investigación; y a aplicar las pruebas y tests necesarios, así como a realizar y conservar cualquier tipo de registro de información convenientes o necesarios para los objetivos materia de este contrato.

HONORARIOS

9- EL PARTICIPANTE y el INVESTIGADOR acuerdan que los honorarios serán en la cantidad de_____ pesos, m.n. por la participación total en el proyecto, y serán pagados el 50% al final de la primera de dos fases (fase de inclusión), y el resto al final de la segunda fase (Fase de Registro de la actividad electrocortical):

FASE DE INCLUSION

A- Evaluación Psicométrica de Inteligencia con la Escala de Ejecución de la prueba WISC-RM, estandarizad para la población Mexicana.

B- Evaluación de Suficiencia en comprensión y expresión de Lenguaje Mexicano de Señas.

FASE DE REGISTRO DE LA ACTIVIDAD ELECTROCORTICAL

C- Para participar en esta segunda fase, es necesario que el PARTICIPANTE haya reunido las siguientes características.

- Para el Grupo “Control”, haber aprendido Lenguaje Mexicano de Señas en la infancia temprana junto con Español oralizado en virtud de tener familiares de primer grado con sordera.

- Demostrar suficiencia en la comprensión y expresión del Lenguaje Mexicano de Señas.

- Tener Cociente Intelectual Igual o superior al término medio.

- Tener una edad entre 8 y 16 años.

A- El PARTICIPANTE acudirá a la sesión de registro con el pelo lavado con jabón neutro, y sin acondicionadores, lacas, geles u otros afeites.

B- Se colocará sobre la piel, oídos y el cuero cabelludo del participante (sistema internacional 10-20), previa asepsia, electrodos para recoger la actividad electro-cortical, miográfica y oculográfica. Para la fijación de los electrodos se utilizará pasta electroconductiva, la cual se disuelve en agua.

C- El registro se realizará estando el PARTICIPANTE sentado, con los ojos abiertos mientras en un monitor de computadora se le presentarán frases en Lenguaje Mexicano de Señas. Al final de cada frase aparecerá una imagen señal para que el PARTICIPANTE oprima el botón izquierdo del "mouse" para indicar que la frase no le pareció incongruente o el botón derecho del "mouse" si la frase le pareció incongruente.

D- La presentación de todas las frases de que consta el diseño experimental es de ____ minutos; durante los cuales el PARTICIPANTE deberá procurar evitar los movimientos corporales, exceptuando los necesarios para oprimir con los dedos de la mano derecha los botones del "mouse".

E- El PARTICIPANTE deberá EVITAR PARPADEAR durante la presentación de la frase, pero podrá hacerlo cómodamente entre frase y frase.

1- Las sesiones de la fase de inclusión serán los días _____ a las _____ En el domicilio del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara, ubicado en la calle Rayo 2611, Jardines del Bosque, Tel. 647-7776.

2- Las sesiones de la fase de Registro serán los días _____ a las _____
En el domicilio del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara, ubicado en la calle Rayo 2611, Jardines del Bosque, Tel. 647-7776.

3- El PARTICIPANTE se compromete a acudir puntual en las fechas y horas acordadas.

DURACION DEL CONTRATO

La duración de este contrato será por el tiempo estrictamente necesario para los fines que se pretenden pudiendo descontinuarse en cualquier momento por las causas y en los términos previstos en el mismo, y definitivamente en el momento de alcanzar el objetivo previsto.

Guadalajara, Jalisco,_____de_____de 199_____

_____ _____

EL PARTICIPANTE
O SU REPRESENTANTE LEGAL

EL INVESTIGADOR

BIBLIOGRAFIA

ALCARAZ, V. M. 1980. La función de síntesis del lenguaje. Trillas, México. Pp. 364-370.

ALCARAZ, V. M. y Martínez-Casas R. 1994. "Algunos elementos para la formulación de una teoría del lenguaje". *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*. Invierno 1993-1994. Pp. 57-104.

ALCARAZ, V. M. Díaz de León A. E., Meraz P. y Guevara M. A. 1994. "Palabras función y actividad eléctrica cerebral". *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*. Pp. 349-350.

ELIZAINCIN, A. 1984. "Bilingüismo, obstáculo educativo en zonas fronterizas". *Pedagogía*, Mayo-Agosto, Pp. 47-52.

BELLUGI, U., Poizner, H. y Klima, E. S. 1983. "Brain organization for language: clues from sign aphasia. *Human Neurobiology.* Pp. 155-170.

BELLUGI, U. 1992. "Language, Spatial Cognition, and Brain Organization", *Neuropsychology*, Vol. 2, Theme Medical Publishers, U.S.A. P. 222.

BONVILLIAN, J., Richards, H. y Dooley, T. 1991. "Early Sign Language Acquisition and the Development of Hand Preference in Young Children". *Brain and Language*, 58. Pp. 1-22.

CHAPMAN, R. M., McCrary, J., Chapman J. y Bragdon, H. 1978. Brain Responses Related to Semantic Meaning. Pp. 195-205.

CONNOLLY, J. F. y Phillips, N.A. 1994. "Event Related Potential Components Reflect Phonological and Semantic Processing of the Terminal Word of Spoken Sentences". *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6:3. Pp. 256-266.

CORRAL V. V. 1999. "Condiciones que incrementan la precisión de los reportes verbales del comportamiento". *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*. Verano 1999. P. 107.

COURCHESNE E., 1997. "Event Related Brain Potentials: Comparison between children and adults". *Science*197. Pp. 589-592.

DANIEL, W. W. 1996. Bioestadística, México, Limusa. Pp. 323-337.

De VILLIERS, J. y De Villiers, P.A. 1978. Language Acquisition. Harvard University Press, Inglaterra. Pp. 228-271.

DONCHIN, E. y Coles, M. "Precommentary". 1998. *Behavioral and Brain Sciences*, pp. 355-425.

DUBUISSON, C. y Vercaingne-Ménard, A. "AU-Delà Du Modèle: Acquisition de la Morpho-Syntaxe de la Langue Des Signes QéBe´Coise (LSQ) Par Deux Enfants Sourds". 1998. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*. Pp. 1-12.

EMMOREY, K. 1996. "Enhanced Image Generation Abilities in Deaf Signers: A right Hemisphere Effect". *Brain and Cognition*, 32. Pp. 28-44.

FRIEDERICI, A. D. 1995. "The time course of Syntactic Activation during Language Processing: A Model based on Neuropsychological and Neurophysiological Data". *Brain and Language*. Pp. 259-281.

FURTH H. 1966. Thinking without language. Free Press, EUA. Pp. 27-55.

GONZALEZ R. S. 1991. Manual de Redacción e Investigación Documental, Trillas, México. Pp. 37-55.

HARMONY, T. 1989. "Psychophysiological Evaluation of children's neuropsychological disorders". *Handbook of Clinical Child Neuropsychology.* 15. Pp. 265-289.

HECAEN, H. 1978. Human Neuropsychology. John Wiley & Sons, EUA. Pp. 51-54.

HICKOCK, G., Wilson, M., Clark, K., Klima, E.S., Kritchevsky M. y Bellugi, U. 1999. "Discourse Deficits Following Right Hemisphere Damage in Deaf Signers". *Brain and Language*. Pp. 233-248.

HICKOK, G., Bellugi, U. y Klima, E. S. 1998. "The neuronal organization of language: evidence from sign language aphasia". *Trends in Cognitive Sciences*. Pp. 129-136.

HICKOK, G. Bellugi, U. y Klima, E. S. 1996. *Nature* Junio. Pp. 699-702.

HURFORD, J. R. "The evolution of the critical period for language acquisition". 1991. *Cognition*, 40. Pp. 159-201.

HILLYARD, S. A., y Picton, T.W. "Electrophysiology of cognition". *Handbook of physiology - The nervous system*. Pp. 519-584.

JACKSON, M.D. 1981. "Un enfoque objetivo del lenguaje manual", Audición y Lenguaje en Educación Especial: experiencia mexicana. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, México. Pp. 5-23.

JACKSON M. D. 1983 (coordinadora). *Mis primeras señas.* Dirección General de Educación Especial, México. Pp. 3-15.

JAKOBSON, R. 1996. El marco del lenguaje. FCE, México. Pp. 81-91.

KIMBROUGH, Oller D. y Rebecca E. Eilers, 1998. "The Role of Audition in Infant Babbling". *Child Development*. Pp. 441-449.

KUTAS, M., Hillyard, S A. y Gazzaniga, M. S.. 1988. "Processing of semantic anomaly by right and left hemispheres of comissurotomy patients. Evidence from event-relatet brain potentials". *Brain*. Pp 553-576.

KUTAS M. y Hillyard, S. A.. 1988. "Contextual Effects in Language Comprehension: Studies Using Event-Related Brain Potentials". *Language, Communication and the Brain.* Pp. 89-100.

KUTAS, M. y Hillyard, S. A. 1989. "An electrophysiological Probe of Incidental Semantic Association. *Journal of Cognitive Neuroscience.* Pp. 38-49.

KUTAS, M. 1996. "Views on how the electrical activity that the brain generates reflects the functions of different language structures. *Psychophysiology*. Pp. 383-398.

KUTAS, M. y Federmeier, K. D. 1998. "Minding the body". *Psychophysiology.* Pp. 135-150.

LENNEBERG, E. H., 1976, Fundamentos biológicos del lenguaje, Alianza, México. Pp. 17-72.

LOMAS, C. y Osoro, A. 1993. El enfoque comunicativo de la enseñanza de la lengua. Paidós, España. Pp. 31-54.

LOMAS, C., Osoro A. y Tusón, A. 1993. Ciencias del lenguaje, competencia comunicativa y enseñanza de la lengua. Paidós, España. Pp. 23-81.

LURIA, A. R., 1986. Las funciones corticales superiores del hombre. Fontamara, México. Pp. 368-372.

LURIA, A .R., 1994. Lenguaje y Pensamiento. Planeta. México. Pp. 55-56, 72-85.

MARCOTTE, A. C. y Morere, A. A. 1990. "Speech Lateralization in Deaf Populations: Evidence for a Developmental Critical Period". *Journal of Brain and Language*. Pp. 134-152.

MARCOTTE, A. C. y La Barba, R. C. 1987. "The effects of linguistic experience on cerebral lateralization for speech production in normal hearing and deaf adolescents". *Brain and Language*. Pp. 276-300.

MARCHESI, A. 1994. El desarrollo cognitivo y lingüístico del niño sordo: perspectivas educativas. Alianza Editorial. España. Pp. 44-45.

MATURANA, H. R. 1995. La realidad ¿objetiva o construida? I. Fundamentos biológicos de la realidad. Anthropos, España, 1995. Pp. 3-18.

MCGUIRRE. 1997. *Neuroreport*, Febrero. Pp. 695-698.

MÜNTE, T. F., Heinze, H., Mangun, G. R. (1993) "Dissociation of Brain Activity Related to Syntactic and Semantic Aspects of Language". *Journal of Cognitive Neuroscience*. Pp. 335-344.

NEVILLE, H. y Lawson, D. 1987. "Attention to Central and Peripheral visual space in a movement detection task: An event-related potential and behavioral study. II Congenitally deaf adults. *Brain Research*. Pp. 253-267, 268-283.

NEVILLE H. y Lawson, D. 1987. "Attention to Central and Peripheral visual space in a movement detection task. III. Separate effects of auditory deprivation and acquisition of a visual language". *Brain Research*. Pp. 284-294.

NEVILLE, H., Nicol, J. L., Barss, A., Forster, K. I. Y Garrett, M. F. 1991. "Syntactically Based Sentence Processing Classes: Evidence from Event-Related Brain Potentials". *Journal of Cognitive Neuroscience*. Pp. 151-165.

NEVILLE, H., Coffey, S. A., Lawson, D. S., Fischer, A., Emmorey. K. y Bellugi, U. 1997. "Neural Systems Mediating American Sign Language: Effects of Sensory Experiencie and Age of Acquisition". *Brain and Language*, 57. Pp. 285-308.

NIGAM, A., Hoffman, J. E. y Simons, R. F. 1992. "N400 to Semantically Anomalous Pictures and Words". *Journal of Cognitive Neuroscience*. Pp. 15-22.

OJEMAN, G., Fried, I. y Lettich, E. 1989. "Electrocorticographic (ECoG) Correlates of language. Desynchronization in temporal languaje cortex during object naming". *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*. Pp 453-463.

OLERON, P. 1985. El niño y la adquisición del lenguaje. Morata, España. Pp. 60-83.

OSTERHOUT, L., y Holcomb, P. J. 1996. "Event Related Potentials and Language Comprehension". En: Rugg Michael y Coles Michael. Electrophysiology of Mind. Oxford University Press, USA. Pp. 171-215.

OSTROSKY, F. Ardila, A. 1986. Hemisferio derecho y conducta, Trillas, México. Pp. 42-61.

PAIVIO A. 1981. Psychology of Language. Prentice-Hall, EUA. Pp. 27-55.

PULVERMÜELLER, F., Lutzenberger, W. y Birbaumer, N. "Electrocortical distinction of vocabulary types". 1995. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*. Pp. 357-370.

RODRIGUEZ, J. L. 1995. Español práctico. Tercer curso, Educación secundaria. Jamer Editores, México.

RÖSLER, F., Rütz, P., Friederici A., y Hahne, A. 1993. "Event Related Brain Potentials while encountering Semantic and Syntactic Constraint Violations". *Journal of Cognitive Neuroscience*. Pp. 345-362.

RUGG, M. Y Coles, M. 1996. Electrophysiology of mind. Oxford University Press. USA, pp. 27-38.

SERAFIN G. E. 1990. Comunicación manual. Diccionario del lenguaje de los sordos en México. S. e., México.

SERAFIN G. E. 1991. Comunicación manual. Diccionario del lenguaje de los sordos en México. S. e., México.

SNITZER, R., Bellugi, J. y Bellugi, U. 1996. "Competition on the face: affect and Language in ASL Motherese". *Child Language*. Pp. 219-239.

SODERFELDT, B. 1997. "Sign Language and the Brain". *Neurology, Julio.* Pp. 82-87.

TUSON, J. 1981. Teorías gramaticales y análisis sintáctico. Teide, España. Pp. 2-31.

VYGOTSKY, L.S., 1984. Pensamiento y Lenguaje. Pléyade, Argentina. Pp. 32-44.

WILBUR, R.B. 1976. "The linguistics of manual language and manual systems" en Lloyd, L. (de.) Communication Assesment and Intervention Strategies. Univ. Park Press, EUA. Pp. 63-95.

ZIMMER, C. 1995. "Early Signifiers". *Discover Magazine*. P. 78.